

REVISTA



SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

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

ARTIGOS PUBLICADOS

PUBLICAÇÃO MENSAL
Nesta edição

REGULAÇÃO ECONÔMICA EM MERCADO DE ENERGIA: UMA ANÁLISE DA REGULAMENTAÇÃO DE USINAS HÍBRIDAS	
POWER MARKET ECONOMIC REGULATION: AN ANALYSIS OF HYBRID POWER PLANTS REGULATION – Thales de Oliveira Costa Viegas; Fernanda Soares Sarmiento	07
A CONTRIBUIÇÃO DO FEEDBACK DA GESTÃO DO CONHECIMENTO NA DEVOLUTIVA PEDAGÓGICA DO PROFESSOR PARA OS SEUS ALUNOS NO CONTEXTO DO ENSINO REMOTO	
THE CONTRIBUTION OF KNOWLEDGE MANAGEMENT FEEDBACK IN THE TEACHER'S PEDAGOGICAL RETURN TO THEIR STUDENTS IN THE CONTEXT OF REMOTE EDUCATION – Ana Paula Revelini; Iara Carnevale de Almeida; Flávio Bortolozzi	17
FAKE NEWS E DESINFORMAÇÃO CIENTÍFICA NO MEIO DIGITAL: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO	
FAKE NEWS AND SCIENTIFIC DISINFORMATION IN THE DIGITAL ENVIRONMENT: AN EXPLORATORY STUDY – Max Melquíades da Silva; Beatriz Valadares Cendón	25
FINANCIAMENTO DA EDUCAÇÃO INFANTIL NO TOCANTINS: EVOLUÇÃO DOS GASTOS E A TRAJETÓRIA DA OFERTA	
FINANCING CHILD EDUCATION IN TOCANTINS: EVOLUTION OF EXPENDITURE AND THE TRAJECTORY OF THE OFFER – Joedson Brito dos Santos	36
MODELAGEM EM ESPAÇO DE ESTADOS APLICADO A FONTE Δ DE IMPEDÂNCIA	
MODELING IN STATE SPACE APPLIED TO Δ -SOURCE IMPEDANCE – Guilherme Almeida Pessoa; Newton da Silva	47
ANÁLISE COMPARATIVA DO RISCO ERGONÔMICO NO ENSINO PRESENCIAL E REMOTO EM DISCENTES DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	
COMPARATIVE ANALYSIS OF ERGONOMIC RISK IN PRESENTIAL AND REMOTE TEACHING IN STUDENTS OF THE PRODUCTION ENGINEERING COURSE – Glicia Maria Barbosa; Hebert Roberto da Silva; Larissa Beatriz Fonseca Tavares	57



Edição 196 de abril de 2022

<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 Ferttonani, 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 Araújo 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
 Juares 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
 Luciano Silva Figueiredo, UFRGS
 Gerson dos Santos Lisboa, UFG-GO



SOLUÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

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

Vol. 17 – N° 196 – ABRIL/ 2022

EDITORIAL

Nesta edição, na busca de contribuir para o desenvolvimento tecnológico e científico, a SODEBRAS trouxe seis artigos acadêmicos, oriundos das mais diversificadas áreas do conhecimento humano. Tais pesquisas são resultados dos estudos de Thales de Oliveira Costa Viegas, Fernanda Soares Sarmiento, Ana Paula Revelini, Iara Carnevale de Almeida, Flávio Bortolozzi, Max Melquíades da Silva, Beatriz Valadares Cendón, Joedson Brito dos Santos, Guilherme Almeida Pessôa, Newton da Silva, Glicia Maria Barbosa, Hebert Roberto da Silva e Larissa Beatriz Fonseca Tavares.

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.

Boa leitura

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

Área: Ciências Humanas e Sociais

6-3	REGULAÇÃO ECONÔMICA EM MERCADO DE ENERGIA: UMA ANÁLISE DA REGULAMENTAÇÃO DE USINAS HÍBRIDAS POWER MARKET ECONOMIC REGULATION: AN ANALYSIS OF HYBRID POWER PLANTS REGULATION Thales de Oliveira Costa Viegas; Fernanda Soares Sarmento
6-7	A CONTRIBUIÇÃO DO FEEDBACK DA GESTÃO DO CONHECIMENTO NA DEVOLUTIVA PEDAGÓGICA DO PROFESSOR PARA OS SEUS ALUNOS NO CONTEXTO DO ENSINO REMOTO THE CONTRIBUTION OF KNOWLEDGE MANAGEMENT FEEDBACK IN THE TEACHER'S PEDAGOGICAL RETURN TO THEIR STUDENTS IN THE CONTEXT OF REMOTE EDUCATION Ana Paula Revelini; Iara Carnevale de Almeida; Flávio Bortolozzi
6-7	FAKE NEWS E DESINFORMAÇÃO CIENTÍFICA NO MEIO DIGITAL: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO FAKE NEWS AND SCIENTIFIC DISINFORMATION IN THE DIGITAL ENVIRONMENT: AN EXPLORATORY STUDY Max Melquíades da Silva; Beatriz Valadares Cendón
7-8	FINANCIAMENTO DA EDUCAÇÃO INFANTIL NO TOCANTINS: EVOLUÇÃO DOS GASTOS E A TRAJETÓRIA DA OFERTA FINANCING CHILD EDUCATION IN TOCANTINS: EVOLUTION OF EXPENDITURE AND THE TRAJECTORY OF THE OFFER Joedson Brito dos Santos

REGULAÇÃO ECONÔMICA EM MERCADO DE ENERGIA: UMA ANÁLISE DA REGULAMENTAÇÃO DE USINAS HÍBRIDAS

POWER MARKET ECONOMIC REGULATION: AN ANALYSIS OF HYBRID POWER PLANTS REGULATION

Thales de Oliveira Costa Viegas¹

Fernanda Soares Sarmento²

Resumo – Este artigo objetiva sintetizar algumas das principais características do Mercado de Energia e das usinas híbridas de geração de energia elétrica, bem como a discussão sobre ajustes regulatórios aplicados à regulamentação das usinas híbridas. O método de análise é o Interdisciplinar e a técnica empregada é a revisão bibliográfica, de caráter exploratório. Os resultados sugerem que há muito o que se avançar nos conhecimentos, nos procedimentos regulatórios e na experiência de hibridização no Brasil e no resto do mundo. Conclui-se que, embora predomine a hibridização entre a geração hídrica e a eólica, há espaço técnico e de recursos para a hibridização bem sucedida envolvendo usinas hidrelétricas e solar fotovoltaicas, que requer incentivos e aprimoramentos regulatórios cumulativos. Caso essa prática já fosse predominante no Brasil, ela poderia ter ajudado a mitigar parte das consequências negativas da crise hídrica, agravada em 2021.

Palavras-chave: Usinas Híbridas. Regulamentação. Mercado de Energia.

Abstract - This paper aims to resume some of the main characteristics of the Energy Market and hybrid power generation plants, as well as the discussion on regulatory adjustments applied to the regulation of hybrid power plants. The method of analysis is Interdisciplinary and the technique used is the bibliographic review, of an exploratory nature. The results suggest that there is much to advance in the knowledge, regulatory procedures and experience of hybridization in Brazil and in the rest of the world. The conclusion shows that, although hybridization between hydro and wind generation predominates, there is technical and resource space for successful hybridization involving hydroelectric and solar photovoltaic plants, which requires cumulative regulatory incentives and improvements. If this practice was already prevalent in Brazil, it could have helped to mitigate part of the negative consequences of the water crisis, which worsened in 2021.

Keywords: Hybrid Plants. Regulation. Power Market.

¹ Doutor em Economia da Indústria e da Tecnologia (IE/UFRJ); Docente a Universidade Federal de Santa Maria. Contato: thales.viegas@ufsm.br.

² Graduação em Economia (UFSM/PM); Bacharel em Economia. Contato: fernanda.sarmiento@gmail.com.

I. INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é discutir as principais características do Mercado de Energia e das usinas híbridas de geração de energia elétrica, bem como analisar possíveis ajustes regulatórios aplicados à regulamentação das usinas híbridas. O método de análise é o Interdisciplinar e a técnica empregada é a revisão bibliográfica, de caráter exploratório. O conceito de hibridismo, está associado à combinação de duas ou mais fontes de geração de energia, na qual é visualizada como alternativa para o uso eficiente de recursos, tanto no que se diz recursos energéticos como infraestrutura de rede, além do uso de usinas solares flutuantes em reservatórios de usinas. A integração das fontes pode resultar em inúmeros benefícios, pois a operação conjunta de fontes tende a superar os ganhos decorrentes da exploração individual de cada uma dessas fontes. Além disso, a combinação de duas ou mais fontes de produção energética, segundo estudos realizados em 2019 pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), tende a reduzir as desvantagens que a sazonalidade climática promove na geração do Sistema Elétrico Nacional.

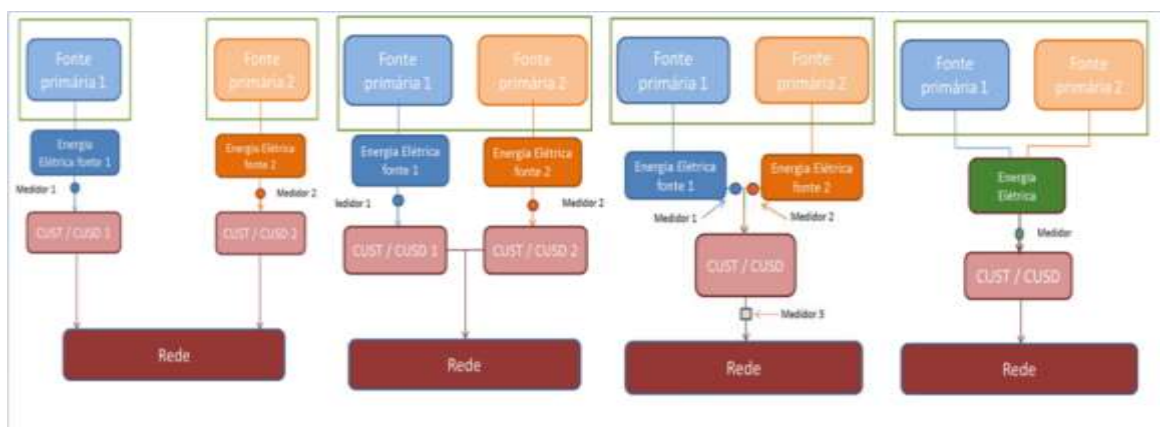
II. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Elementos conceituais do Hibridismo

As usinas híbridas podem contribuir com a melhor utilização dos recursos de rede de transmissão e de distribuição. Assim, nos momentos em que poderia haver elevada ociosidade, por conta dos períodos de baixa geração de uma dessas fontes, a geração da fonte complementar poderia vir reduzir a ociosidade da rede. Isso eleva o grau de utilização do sistema de transporte de energia, bem como a própria geração de energia elétrica. Outro ponto interessante, identificado durante os anos de estudos da EPE, foi que a adoção de usinas híbridas, aumenta o fator de capacidade nos pontos de conexão com a rede, auxiliando a postergação de investimentos de expansão, por exemplo.

Neste contexto, o estudo realizado pela EPE, em 2018, que objetivou classificar as usinas híbridas, transcendeu as combinações de eólica e solar em suas análises. Desta forma, foram analisados os diferentes níveis de integração para identificar os benefícios e desafios de cada combinação. A Empresa de Pesquisa Energética trabalhou com quatro arranjos diferentes de usinas, que ajudam a guiar a formulação das políticas adotadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Cada arranjo foi classificado como uma das quatro tipologias abordadas a seguir, (PONTE, 2019), conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Tipos de Usinas



Fonte: Nota Técnica nº EPE-DEE-NT – 011/2018 de 11/06/2018.

A *primeira*, seria um mero arranjo comercial, ou seja, o empreendedor teria duas ou mais usinas de fontes diferentes, eventualmente em locais distintos. Isso significaria uma diversificação das suas receitas, que mitigaria seus riscos financeiros. Já as adjacentes, correspondem ao *segundo* modelo, que seriam compostas por usinas próximas, as quais compartilhariam terreno e equipe, trazendo alguma economia a cada usina (economias de escala). Assim como no primeiro caso, nesta cada fonte possuiria um contrato distinto de uso do sistema (CUST ou CUSD) (PONTE, 2019).

A *terceira*, identificada como associada, é assim denominada por ser um arranjo em que as fontes compartilham terreno, estrutura de conexão à rede e contrato de uso da rede de transmissão. Nesse caso, eventualmente pode-se considerar uma capacidade de escoamento menor do que a soma das potências das duas usinas individualmente, pois elas não irão operar sempre um pleno fator de capacidade. Contudo, essa decisão pode ocasionar possíveis cortes (*curtailment*), que são discutidos na sessão de aspectos regulatórios e comerciais do presente estudo (PONTE, 2019).

A *quarta* tipologia, seria a chamada híbrida, em que se verifica um nível de interação ainda maior entre as fontes, incluindo o compartilhamento dos equipamentos de geração. Exemplo: os módulos da energia solar são conectados diretamente no conversor da eólica e essa combinação se dá ainda na corrente contínua (CC) e na corrente alternada (CA), de modo que não é possível distinguir a parcela de energia por cada fonte. Outro exemplo seria uma termoeletrica que usa a biomassa como combustível combinada com a heliotérmica, de forma que o vapor produzido por unidade um desses processos se misture e seja direcionado à uma única turbina. Aqui é considerado um contrato de uso do sistema (CUST OU CUSD) (EPE, 2018).

2.2 – Mercado de Energia no Brasil

O mercado de energia do Brasil é muito particular (idiossincrático), na medida em que não predomina uma lógica pura de mercado, em que as forças de oferta e demanda determinam as quantidades e preços negociados no curto prazo, ou seja, o preço de mercado não é a intersecção entre as curvas de demanda e de oferta da microeconomia tradicional. “O Preço de Liquidação das Diferenças [PLD] que aparentemente representa preço ‘spot’ da energia, pode ser considerado a base geral da comercialização da energia” (NERY, 2012). A categoria PLD objetiva atribuir valor às diferenças entre a energia contratada pelos agentes e a energia efetivamente medida (produzida ou consumida). O PLD também é o custo de oportunidade da energia no curto prazo, tanto para geradores quanto para consumidores, os quais podem vender ou comprar energia que têm disponível para comercializar. Em função da preponderância de usinas hidrelétricas, no contexto da matriz de geração brasileira, são utilizados modelos matemáticos para o cálculo do PLD que têm por objetivo encontrar a solução ótima de equilíbrio entre o benefício presente do uso da água e o benefício futuro de seu armazenamento, isto em função da economia esperada dos combustíveis das usinas termelétricas. O problema é que o PLD não manifesta os corretos sinais econômicos de preços para as tomadas de decisão dos agentes deste mercado, que se manifestam em potenciais investimentos em expansão da geração (WALVIS; PLURAL; GONÇALVES, 2018).

Em condições de estiagem prolongada, por exemplo, o PLD (e o CMO, Custo Marginal de Operação) pode se manter em altos patamares e pouco correlacionado com o custo médio de energia elétrica, o que eleva o risco financeiro na comercialização de energia. Essa baixa aderência está associada à estrutura de custos do sistema gerador do Brasil, baseado em fontes renováveis, o que se distingue daqueles países em que

predominam a geração térmica com combustíveis, cujos preços (custos variáveis) determinam o valor de mercado da energia no curto prazo (NERY, 2012).

Essencialmente, é o clima que determina, no curto prazo, a oferta e os preços de energia, embora as condições climáticas não sejam um determinante dos custos de produção (*stricto sensu*) das renováveis, que são, em essência, fixos. Contudo, se os custos da geração de renováveis fossem os únicos determinantes do preço de mercado também haveria distorções dos sinais econômicos, devido ao peso da hidrologia na definição dos preços. Este problema é agravado pela tendência de redução da capacidade de regularização dos reservatórios, devido às restrições à construção de hidroelétricas com grandes reservatórios. Em suma, neste contexto, a prevalência de um design de mercado de curto prazo não resolveria eventuais descompassos entre demanda e oferta de energia, mas na configuração atual do modelo, analogamente, um PLD elevado não instiga o investidor em patamar suficiente para equacionar melhor as estruturas de geração e consumo (NERY, 2012).

Como lembra Munhoz (2021), o fito do mercado de energia elétrica deveria ser a promoção da eficiência na geração e comercialização de eletricidade, constituindo um sistema congruente, com retorno adequado para os investidores e preço justo para os consumidores. Contudo, o atual sistema de liquidação do Brasil não alcança eficiência de mercado. A adoção da programação do dia seguinte no mercado brasileiro, a partir de 2021, pode mitigar o exercício de poder de mercado pelos agentes. Neste contexto, as incertezas (de demanda, de influxos de água, de previsão do vento e de restrições de transmissão) tendem a diminuir. Enfim, o preço da eletricidade no mercado em tempo real será muito próximo do preço de mercado do dia seguinte, caso esteja presente um sistema de duas liquidações, que precifica com mais precisão a eletricidade. Por essa razão, o regulador deve buscar conformar o melhor *market design* possível.

2.3 – Aspectos Regulatórios e Comerciais

No Brasil, no setor elétrico, como já mencionado, possui uma dinâmica diferente dos demais países e vem buscando (somada ao desenvolvimento das energias renováveis) o desenvolvimento e a maior eficiência do setor elétrico brasileiro. Diante disso, a combinação de diferentes fontes de geração, inclusive com o foco em armazenamento de energia, vem sendo discutidas, como oportunidade de aumentar a eficiência de transmissão e geração no país. A modernização do setor com aproveitamento de toda a estrutura de transmissão e de conexão, sobretudo baseado em fontes renováveis e sustentáveis é um dos maiores benefícios que o hibridismo proporciona (BEN, 2020).

Diante do esboço, dentre as tipologias apresentadas anteriormente, as definidas como os Portfólios Comerciais, as usinas associadas e as demais, já serem possíveis hoje no Brasil, o caminho para eliminar (diminuir) as barreiras existentes, a fim de permitir arranjos ainda mais inovadores e que tragam ganhos para todos, é um processo desafiador, até na perspectiva da tecnologia. Além da questão regulatória, como alocação de riscos comerciais e como determinar o cálculo de garantia física, são necessárias discussões sobre a criação de uma categoria que contemple mais de uma fonte (EPE, 2018).

Desta forma, é importante criar um ambiente adequado para que não existam essas barreiras para o desenvolvimento dessas tecnologias, e que contribuam para o aproveitamento eficiente dos recursos. Sabe-se, ainda, da necessidade de um aprimoramento dos aspectos comerciais e regulatórios desse modelo setorial, para se poder impulsionar esse tipo de negociação dos empreendimentos híbridos. Pois, cada um desses diferentes arranjos, possuem seus desafios e especificidades, além do

questionamento de quem arcaria com os riscos da geração dos eventuais cortes, somadas aos tipos de contratos, são questões que foram discutidas ao longo do ano de 2021 pela ANEEL e ainda seguem em análises. Na percepção da EPE, essa última questão, sobre o risco, faria sentido alocá-lo no gerador, já que ele tem maior capacidade de gestão dos ativos, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2018).

Portanto, o que se percebeu ao longo dos estudos realizados desde 2016 pela EPE é a permissão do compartilhamento da MUST entre os empreendimentos. Isto pois, a MUST (Montante de Uso do Sistema de Distribuição) é menor que a soma das capacidades das duas usinas, no qual pode levar a necessidade de cortes. Por outro lado, as questões da garantia física de alguns arranjos também precisam de atenção sobre a ótica da regulação. Lembra-se ainda que, tanto as usinas híbridas, como as associadas necessitam de uma criação de regras específicas para fins de contratação de usinas com combinações de fontes de energia (PONTE, 2019).

III. METODOLOGIA

Este trabalho adota um método de análise interdisciplinar, que não se assenta no postulado da racionalidade tão caro ao *mainstream economics* (ortodoxia econômica), pois o comportamento dos indivíduos, em regra, não é puramente racional. A concorrência, por si só, não consegue eliminar todas as anomalias microeconômicas, associadas à ação do indivíduo em sistemas complexos. Neste contexto, os investidores não se comportam sempre como racionais, sem nenhuma influência emocional. O desconhecimento acerca da distribuição de probabilidades de eventos futuros aleatórios e interdependentes faz com que as decisões sejam tomadas em condições complexas, o que dificulta muito a capacidade de decidir com base em cálculos de otimização (COSTA, 2018). A economia de mercado, na prática, enfrenta o dilema entre a autorregulação e a regulação do Estado e de suas instituições, as quais atuam planejando, orientando incentivando as atividades econômicas reguladas para promover trajetórias frutíferas, instigando a inovação, a adaptação e a adequação dos agentes econômicos ao mundo em transformação (COSTA *et al.*, 2015). Esta pesquisa, portanto, resgata elementos conceituais da economia e da engenharia elétrica.

Neste contexto, esta pesquisa se utiliza de revisão bibliográfica para explorar o tema em tela que é incipiente e ainda pouco debatido na literatura nacional e internacional sobre regulação econômica do setor elétrico.

IV. RESULTADOS

4.1 – Análise de Impacto Regulatório (AIR) e Resolução Normativa 954/2021

Avançando nesta direção, da necessidade de uma regulação, a ANEEL publicou a AIR 002/2020, que aponta melhorias requeridas para a inserção de usinas híbridas e associadas na matriz, pois há uma lacuna de tratamento específico/diferenciado para elas. A usina híbrida é considerada uma única central geradora, não apenas compartilhando o mesmo ponto de conexão com a rede (e MUST). A AIR discute soluções para o problema regulatório de como tratar/incentivar as usinas híbridas dentro do atual modelo, contemplando a contratação do acesso à rede. São objetivos da AIR: i) facilitar as outorgas; ii) definir forma de contratação; iii) possibilitar a comercialização da energia (ANEEL, 2020).

As principais manifestações da AIR (ANEEL, 2020) apontam que:

- i) a unificação da outorga e formalização de um CUST/CUSD único por empreendimento, podendo ser caracterizada pela fonte principal ou pela proporção entre as fontes;

- ii) o corte seria decisão do empreendedor, considerando as características da unidade geradora;
- iii) a medição (Sistema de Medição para Faturamento - SMF) por tipo de fonte no caso das associadas;
- iv) as regras vigentes para que sejam despacháveis já contemplariam usinas híbridas e associadas, não requerendo essa predefinição no ato de outorga;
- v) a regra atual não otimiza uso da rede no ponto de conexão;
- vi) uma decisão no sentido de reduzir o MUST promove equilíbrio competitivo e tem efeito redistributivo;
- vii) a regulamentação da contratação do acesso à rede é essencial para introdução da competição nos segmentos de geração e distribuição;
- viii) o corte automático de geração pode gerar benefícios econômicos para o empreendedor, mas é preciso o uso de Sistemas Especiais de Proteção;
- ix) a possível celebração de CUST único impactaria operação e segurança do SEB;
- x) a unidade modela perfil de geração diária (identifica cortes por ultrapassagem do limite de potência contratada);
- xi) a transferência de benefícios entre o ACR e o ACL podem evitar distorções e distribuir economias entre empreendedor e consumidor final, sejam eles correlatos entre os ambientes de contratação ou ao uso múltiplo da rede;
- xii) o BNDES sugeriu o critério P90 para GF (Geração Distribuída) do empreendimento, embora sugira também que a GF seja a soma das GF's individuais de cada fonte ou definida por simulação da contribuição de cada fonte, considerando a portaria MME (Ministério de Minas e Energia) no 60/2020;
- xiii) há riscos de não consideração das perdas por cortes de geração;
- xiv) a utilização racional dos sistemas pode minimizar custos agregados e contribuir para a modicidade tarifária;
- xv) é possível se permitir que fontes, tais como a hídrica e solar, se associem para compartilhar fio;
- xvi) experiências internacionais apontam benefícios potenciais das usinas híbridas apesar dos desafios comerciais e regulatórios;
- xvii) o *curtailment* (O "curtailment" corresponde à quantidade de ERV produzida que não é usada para atender à demanda e, portanto, é "perdida", segundo Sales, 2017) é alocado na usina solar por ser mais fácil tecnicamente;
- xviii) o fim de subsídio inviabilizou investimentos de hibridização com sistema solar no Reino Unido;
- xix) quanto ao acesso à rede, na União Europeia a competição por eletricidade é difundida e em 13 países europeus os geradores não arcaram com nenhuma parcela do custo de infraestrutura de transmissão, mas em outros 12 isso ocorre;
- xx) ainda sobre o acesso à rede, no Chile, buscou-se estabelecer o acesso aberto, permitindo a otimização do processo de conexão às instalações de transmissão e a garantia do livre acesso às redes, de modo que os encargos pelo uso do sistema são pagos (com base na energia que se espera faturar) pelos consumidores livres e cativos, sem ônus para as centrais de geração;
- xxi) há uma carência na literatura especializada sobre regulação de usinas híbridas, tanto na experiência nacional quanto internacional;

- xxii) pode ser preciso haver diferenciação dos projetos novos, associados ou híbridos, de empreendimentos já existentes.

Diante dos desafios supracitados, entre as propostas alternativas apresentadas na AIR (ANEEL, 2020), a escolhida foi aquela que:

- i) quanto ao uso da rede, estabelecerá uma faixa de potência injetada no ato de outorga, de modo que a empresa tenha flexibilidade para alterar os contratos de conexão, no limite desta faixa;
- ii) haveria economias (otimização) do uso da rede e benefícios derivados da subcontratação do MUST;
- iii) o preço da energia tenderia a cair com o aumento da competição, das inovações tecnológicas e da oferta de energia nova;
- iv) em decorrência do *curtailment* é possível haver menor aproveitamento da energia possível de ser gerada em certos momentos;
- v) pondera-se que as regras atuais de contabilização da geração podem não ser as mais adequadas para determinadas fontes ou combinações, de modo que a remuneração e a alocação de riscos da produção combinada podem não se manifestar de maneira adequada;
- vi) a depender da forma de contratação, haverá um aumento da complexidade no processo de liquidação financeira dos EUST.

Em suma, constata-se que há as alternativas regulatórias possíveis que tornariam menos restritivo o MUST contratado das centrais de geração. Cabe destacar que a Resolução Normativa 954/2021, foi editada endereçando alguns dos pontos supramencionados. Ela se manifesta como um primeiro passo concreto na direção da superação dos desafios regulatórios correlatos às usinas híbridas e associadas. A seguir serão abordados alguns dos seus advenços relevantes. Nela está contida a definição de usina híbrida (UGH) e de usina Associada. A distinção entre elas está relacionada, essencialmente, às modalidades de outorga e medição. Nas Associadas ocorre o compartilhamento (contratual e físico) da infraestrutura de conexão e a utilização do sistema de transmissão. A UGH é uma instalação de produção de energia elétrica a partir da combinação de diferentes tecnologias de geração, com medições distintas por tecnologia de geração ou não, objeto de outorga única. Em linhas gerais a REN 954/2021 conforma regras para a outorga das centrais geradoras híbridas e associadas, bem como a contratação do uso dos sistemas de transmissão e tarifação dos empreendimentos.

A Associação realizada junto a usinas hidrelétricas participantes do “MRE” (Mecanismo de Realocação de Energia) - que contribuem com o compartilhamento dos riscos hidrológicos no SIN (Sistema Interligado Nacional) - podem constituir UGH's e usinas Associadas, caso sigam os critérios a seguir:

I - deverão ter medições distintas por tecnologia de geração, de modo a possibilitar a identificação da energia gerada por tecnologia;

II - a energia proveniente de tecnologia não hidrelétrica não deve ser destinada ao MRE; e

III - a garantia física de tecnologia não participante do MRE não poderá ser considerada para fins do MRE.

Em linhas gerais, as centrais geradoras híbridas que envolvam tecnologia de geração que seja objeto de despacho centralizado pelo ONS deverão ter medições distintas por tecnologia de geração. A REN 954/2021 também passou a permitir a

hibridização ou a associação de usinas contratadas no ambiente regulado (ACR), caso não prejudique o cumprimento adequado de seus contratos.

Ademais, O MUST contratado da Central Geradora Híbrida ou das centrais geradoras associadas deve ser, no mínimo, igual à soma dos MUST contratados das centrais geradoras com CUST vigentes no momento da associação ou da hibridização. Para fins de cálculo tarifário, as centrais geradoras associadas devem declarar no CUST as parcelas do MUSTg referentes a cada central de geração, de modo que o somatório dessas parcelas seja igual ao MUST contratado pela associação, sendo que a parcela referente à central de geração existente antes da associação deve ser no mínimo o MUST já contratado." Em outras palavras, o novo CUST não poderá implicar em redução do MUST contratado no CUST original.

4.2 – Experiências Internacionais de Usinas Híbridas

A utilização de duas fontes de energias vem sendo empregada e estudada em diversos países, a fim de estudar os seus benefícios. Buscou-se entender as dificuldades relativas à regulação e à comercialização dessa complementariedade, como por exemplo, nos seguintes países: Índia, Austrália, Estados Unidos e China (EPE, 2019). Contudo, os países europeus, por exemplo não possuem um tratamento regulatório adequado para essas usinas. Elas são analisadas e tratadas de forma separada no âmbito regulatório, de cada fonte utilizada. Isso sugere que os avanços

Algumas conclusões são semelhantes, apesar das motivações serem distintas. A Índia por exemplo, é um dos países que mais vem discutindo o assunto e inclusive já fez leilões com produtos específicos para usinas híbridas. O país também definiu metas específicas para esse tipo de arranjo, buscando essa solução sobretudo, pelo desafio de expandir o sistema de produção e geração, por conta da alta densidade populacional. Somada essa circunstância com as dificuldades locais, tanto para ampliar as linhas de transmissão, quanto para ampliar as usinas. O objetivo dessas ações é para aumentar os fatores de capacidade e de utilização da rede no país.

Por outro lado, se olhado o exemplo dos EUA, se encontra alguns casos de projetos que chegaram a serem construídos em formato híbrido, porém eles não tiveram o cuidado de terem essa discussão prévia sobre o assunto, como vem sendo promovida no Brasil. Isso importa, principalmente no que se refere à regulação, o que levou em alguns casos à judicialização e a reafirmação da importância de se discutir sobre o assunto. Este debate tende a minimizar problemas futuros para que a regulação e comercialização das usinas híbridas seja tenham regras claras desde o início das suas operações.

4.3 – As Usinas Híbridas e o Planejamento Energético

As Usina Híbridas, no que se refere ao Planejamento Energético de um país, se dá pela importância de identificar a necessidade futura de energia sobre o consumo e como ele poderá ser atendido, utilizando o Hibridismo. Deste modo, as Usinas Híbridas, se tornam um instrumento eficiente para as dificuldades que o mundo vem enfrentar com a crise energética, a fim de complementar a produção com as diversas fontes de energia de uma forma conjunta. A agregação das fontes, pode proporcionar uma maior constância da produção dessas de forma agrupada, contribuindo assim na minimização dos possíveis efeitos sistêmicos, causados pela oscilação instantânea de potência (BEN, 2020).

Deste modo, com o benefício das usinas híbridas no que se refere o aumento de capacidade nos pontos e conexão da rede, pode-se postergar investimentos de expansão, tanto subestação, quanto na linha de transmissão e distribuição. A postergação desses

investimentos em expansão se torna importante no momento que o sistema nacional de transmissão precisa de revitalização, pois a grande rede de transmissão do Brasil já está funcionando entre 30 e 50 anos. Nesse sentido, se torna inevitável investimentos em modernização desses sistemas. A importância de otimizar os recursos, aumenta ainda, sobre o objetivo de se reduzir investimentos em expansão, direcionando os recursos para modernização (ANEEL, 2019).

Vale dizer que, além do aspecto do uso da rede, a construção de usinas híbridas próximas, ou seja, na mesma localização, leva um melhor aproveitamento de áreas de terra, pois ela representa ganhos de escala, tanto na construção, como na operação e até na manutenção das plantas de geração. Ressalta-se ainda, que a discussão e definição sobre a regulação e comercialização para a implementação destas, beneficia também a sociedade como um todo. Sendo, redução de terras, para a natureza a produção de fontes renováveis e ainda, uma possível redução de custo no sistema em geral (SANTOS e TORRES, 2021).

Diante disso, a EPE realizou um estudo para identificar as repercussões que o planejamento acredita que a hibridização vai trazer para a estabilidade da rede e, consequentemente para a economicidade dos ativos. Para essa questão, foi discutida durante a análise com uma proposta de metodologia para avaliar a complementariedade da geração da eólica e do solar fotovoltaico. Nessa combinação, assumindo o compartilhamento na capacidade de injeção de energia na rede o MUST. Com esse compartilhamento, em alguns momentos percebeu-se que poderia ocorrer uma superação a capacidade contratada, fazendo com que uma parcela da energia vinha a ser cortada. Ainda nessa lógica, foram realizados mais cinco estudos de casos em diferentes locais, concluiu-se que o nível de corte dependeria do perfil dos recursos disponibilizados em cada local, assim como o dimensionamento adotado, confirmando a necessidade de uma discussão detalhada sobre a regulação e a comercialização a ser adota (EPE, 2019).

V. CONCLUSÃO

A técnica utilizada neste estudo foi a revisão de literatura, baseada no método interdisciplinar de análise econômica do setor energia elétrica. Do ponto de vista conceitual, é possível identificar algumas combinações de tipologias possíveis. Para cada combinação desses diferentes arranjos, existem diversos desafios, técnicos, regulatórios, comerciais e inclusive de riscos regulatórios.

Empreendimento híbridos, desta natureza, precisam de tratamento específico adequado na regulamentação para que eles possam ser incentivados e viabilizados com o menor risco econômico possível, uma vez que os benefícios que eles trazem para o sistema são significativos, em especial por contribuir com o equilíbrio econômico-financeiro dos empreendedores das usinas hídricas. Trata-se de explorar melhor, com a regulamentação apropriada, a economicidade deste tipo de empreendimento. Ainda que do ponto de vista do sistema elétrico seja indiferente a geração solar, realizada numa planta híbrida ou numa fazenda de solar fotovoltaica, do ponto de vista da geração de caixa e de sustentabilidade de um negócio de geração hidrelétrica contribui para que o sistema seja financeiramente mais robusto. Enfim, o fomento a novos modelos de negócios no setor pode impulsionar mais rapidamente a expansão do parque gerador.

Embora predominou, historicamente, a hibridização entre a geração hídrica e eólica, há espaço técnico e de recursos para a hibridização bem-sucedida envolvendo usinas hidrelétricas e solar fotovoltaicas, em diferentes regiões do País. Caso essa prática já fosse predominante no Brasil, ela poderia ter ajudado a mitigar parte das consequências negativas da crise hídrica, agravada em 2021. A crise hídrica ocorrida no

Brasil, aumentou a importância dos projetos híbridos, uma vez que estes permitem potencializar a produção de energia renovável a partir de investimentos, não raro, com boa relação custo-benefício e utilizando-se de infraestruturas já existentes, com as linhas de transmissão que ligam as usinas hidrelétricas e os centros de consumo de energia elétrica. Trata-se de um novo paradigma com significativo potencial de expansão.

VI. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - **Resolução Normativa nº 954/2021 de 30 de novembro de 2021**. Disponível em www.aneel.gov.br Acesso em 10 de dezembro de 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - **Adequações regulatórias para implantação de usinas híbridas** – Aprimoramento da regulação relacionada à contratação de acesso de múltiplas centrais geradoras – Relatório de Impacto Regulatório nº 002/2020 – SRG/SRT/SCG/ANEEL. 2020.

COSTA, Fernando Nogueira *et al.* Economia interdisciplinar. **Revista de Empreendedorismo, Negócios e Inovação**, v. 1, n. 1, p. 5-25, 2016.

COSTA, Fernando Nogueira da. **Métodos de análise econômica**. Brasil, Editora Contexto, 2018.

MUNHOZ, Fernando Colli. Two-settlement system for the Brazilian electricity market. **Energy Policy**, v. 152, p. 112234, 2021.

NERY, Eduardo *et al.* **Mercados e regulação de energia elétrica**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012.

PONTE, Gustavo Pires. Relatório Empresa de Pesquisa Energética – EPE: **Usinas Híbridas no Sistema Interligado Nacional**. 2019.

SALES, Claudio; UHLIG, Alexandre. **A energia renovável variável**. Valor Econômico. São Paulo, 10 de Outubro de 2017.

SANTOS, José Alexandre Ferraz de Andrade. TORRES, Edinildo Andrade. 2021. **Panorama das Usinas Híbridas Eólico-Solar no Brasil**. Congresso Técnico-Científico da Engenharia e da Agronomia - CONTECC 2021.

WALVIS, Alida. PLURAL, Banco Brasil. GONÇALVES, Edson Daniel Lopes. **Avaliação das reformas recentes no setor elétrico brasileiro e sua relação com o desenvolvimento do mercado livre de energia**. Centro de Estudos em Regulamentação e Infraestrutura. FGV CERI. 2018.

VII. COPYRIGHT

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

A CONTRIBUIÇÃO DO FEEDBACK DA GESTÃO DO CONHECIMENTO NA DEVOLUTIVA PEDAGÓGICA DO PROFESSOR PARA OS SEUS ALUNOS NO CONTEXTO DO ENSINO REMOTO

THE CONTRIBUTION OF KNOWLEDGE MANAGEMENT FEEDBACK IN THE TEACHER'S PEDAGOGICAL RETURN TO THEIR STUDENTS IN THE CONTEXT OF REMOTE EDUCATION

Ana Paula Revelini¹

Iara Carnevale de Almeida²

Flávio Bortolozzi³

Resumo - A Organização Mundial da Saúde declarou pandemia pelo Covid-19 em março de 2020. Uma das consequências desta pandemia foi grande restrição de atividades em diferentes setores, devido à necessidade de distanciamento social. Um dos setores mais afetados foi o ensino presencial, pois obrigou a implantação do ensino remoto. Esta modalidade diverge do ensino a distância pois, apesar do apoio das tecnologias para permitir que ocorra o processo de ensino dos professores para com os seus alunos, não se tem o apoio de equipe multiprofissional para produção de conteúdos e atividades (avaliativas ou não) pedagógicas. A devolutiva pedagógica é um recurso que permite que o professor indique para os seus alunos (de forma individual, grupo ou toda a turma) como está sendo o processo de aprendizado. A Gestão do Conhecimento, mais especificamente, a prática feedback visa auxiliar, direcionar e desenvolver os profissionais de uma dada organização. Este estudo pretende determinar como a prática feedback da gestão do conhecimento pode contribuir na devolutiva pedagógica realizada por professores para os seus alunos no ensino remoto.

Palavras-chave: Devolutiva Pedagógica. Feedback. Processo de Ensino. Processo de Aprendizagem.

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Gestão do Conhecimento nas Organizações (PPGGCO), Campus Maringá/PR, Universidade Cesumar (Unicesumar), Bacharel em Direito, Campus Cascavel/PR, Fundação Assis Gurgacz (FAG), Licenciada em Pedagogia, Campus Wenceslau Brás, Faculdade de Ciências (FACIBRA).

² Orientadora, Doutora em Informática pela Universidade de Évora, Portugal. Docente do Mestrado em Gestão do Conhecimento nas Organizações da Unicesumar, e graduação em Engenharia de Software (modalidades presencial e EaD), Unicesumar/PR. Pesquisador do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação. Bolsista Produtividade em Pesquisa do ICETI. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3587-3883>. Contato: iara.almeida@unicesumar.edu.br.

³ Co-orientador, Professor aposentado da UTFPR, PUCPR e Unicesumar. Departamento de Informática. Link Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4863318065551221>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0517-1127>. Contato: flaviobortolozzi53@gmail.com.

Abstract - The World Health Organization declared a pandemic for Covid-19 in March 2020. One of the consequences of this pandemic was a great restriction of activities in different sectors, due to the need for social distance. One of the most affected sectors was face-to-face teaching, as it forced the implementation of remote learning. This modality differs from distance learning because, despite the support of technologies to allow the teaching process of teachers to take place with their students, there is no support from a multidisciplinary team for the production of pedagogical content and activities (evaluative or not) . Pedagogical feedback is a resource that allows the teacher to indicate to their students (individually, in groups or in the whole class) how the learning process is going. Knowledge Management, more specifically, the feedback practice aims to help, direct and develop professionals in a given organization. This study aims to determine how the practical feedback of knowledge management can contribute to the pedagogical feedback carried out by Higher Education Institution teachers for their students.

Keywords: Pedagogical Feedback. Feedback. Teaching Process. Learning Process.

I. INTRODUÇÃO

Devido à pandemia, houve necessidade de implantar o ensino remoto no mês de março de 2020, em caráter de urgência, do ensino infantil até o superior, forçando os professores e alunos a se habituar a um formato diferenciado do ensino presencial e do ensino à distância. No entanto, lacunas surgiram devido à ausência de interação presencial entre professor-alunos e alunos-alunos, nos momentos de aula. Dentre as dificuldades apresentadas, este artigo irá focar na devolutiva pedagógica que, antes dessa pandemia, era entregue durante as aulas presenciais e com correção das atividades em sala de aula. Em ambos os casos, presencial e a distância, a devolutiva pedagógica deve ser elaborada de forma a melhorar o processo de aprendizagem dos alunos, permitindo que o aluno “compare sua performance atual com a padrão ou a esperada” (ABREU-E-LIMA; ALVES, 2011, p. 191). Neste atual modelo de aulas remotas, pode-se afirmar que as devolutivas pedagógicas não estão sendo ainda eficientes devido ao fato que, conforme (COUTO; COUTO; CRUZ, 2020), mesmo diante da precariedade da inclusão digital do Brasil, é através da internet que crianças, jovens e adultos seguem ensinando e aprendendo em tempos conturbados, ampliando os limites das escolas por meio de atividades online.

Neste contexto, a Gestão do Conhecimento (GC) pode colaborar com suas práticas e ferramentas para que ocorra uma melhor gestão do conhecimento nas organizações, nos seus diferentes setores, tais como industriais, comerciais e educacionais (STRAUHS, 2012). Dentre as práticas e ferramentas da GC, tem-se a prática denominada de feedback que possibilita auxiliar, direcionar e desenvolver os colaboradores de uma organização. Conforme Newstrom (2008) pessoas têm necessidade de receber feedbacks acerca de seu desempenho, que podem ajudá-las em seu aprimoramento, e saber o quão bem estão alcançando suas metas. Portanto, faz-se necessário compreender como a prática feedback da gestão do conhecimento pode contribuir na devolutiva pedagógica realizada por professores para os seus alunos. Para tal, este artigo apresenta os resultados iniciais da pesquisa, o referencial teórico necessário para compreender a prática de *feedback* da GC e o *feedback* enquanto devolutiva pedagógica.

II. METODOLOGIA

O estudo é de natureza aplicada através de pesquisa bibliográfica exploratória. Por pesquisa aplicada, Hernández (2011, p. 42) entende que “é uma solução eficiente e baseada em um problema que foi identificado”, a pesquisa aplicada é o tipo de pesquisa em que o problema está definido e é conhecido pelo pesquisador, onde usa pesquisa para responder a perguntas específicas. Neste tipo de pesquisa, a ênfase do estudo está na resolução prática de

problemas. Pesquisa exploratória, conforme Gil (2010), tem o objetivo de proporcionar melhor familiaridade com a temática do problema, de forma a torná-lo mais explícito. Santos (2005) orienta que a pesquisa bibliográfica é feita a partir de documentos existentes como teses, dissertações, artigos científicos e, quando necessário, livros reconhecidos pela comunidade profissional. A pesquisa bibliográfica foi realizada em Agosto de 2021 no Google Acadêmico com as palavras-chave "feedback organizacional" e "devolução pedagógica"; os critérios de inclusão foram ser artigo ou texto escritos em português; estar relacionado ao tema estudado e estar em sua integridade disponível aos pesquisadores; o critério de exclusão foi para os textos não atendiam aos critérios de aceitação.

III. FEEDBACK ORGANIZACIONAL

Historicamente, a avaliação de desempenho foi influenciada pela administração científica, sendo uma forma de controle, e pelo movimento das relações humanas, anos depois, com contribuições da psicologia, da administração por objetivos e outras, intensificando-se nos anos 60 e 70 e renovando-se nos anos 90, após o movimento da qualidade (HIPÓLITO; REIS, 2002). Na década de 90, em um contexto de turbulência e de ênfase nas pessoas como ativos estratégicos das organizações, que a avaliação de desempenho sofreu transformações, buscando, além do controle dos resultados, o envolvimento (SOUZA, 2005).

Conforme Hipólito e Reis (2002), o feedback é o repasse cuidadoso dos resultados das avaliações de desempenho para os avaliados. Estes mesmos autores indicam que a avaliação de desempenho é um instrumento organizacional que tem como propósito verificar a adaptação do profissional aos objetivos da empresa e às exigências do trabalho, implicando significativamente na remuneração e carreira. Como também fornecer insumos para todas as atividades de RH e proporcionar feedback aos profissionais para aprimorar o seu desempenho (BOHLANDER *et al.*, 2003).

Francisco Filho (2008) indica que um programa de avaliação de desempenho deve ter os seguintes três objetivos: identificar a contribuição dos profissionais à empresa, bem como as necessidades de treinamento. Souza (2005) enfatiza que o plano estratégico é a base de qualquer sistema contemporâneo de avaliação de desempenho. Milkovich e Boudreau (2006) apontam que o processo de avaliação de desempenho deve ter as seguintes características: oportunidade de observar o desempenho; capacidade de traduzir as observações de forma utilizável; e motivação para fornecer as avaliações. Para Lucena (1992), a preparação dos avaliadores envolve orientação sobre o funcionamento da avaliação de desempenho, seus objetivos e normas, para o domínio da sistemática do processo e desenvolvimento das habilidades gerenciais necessárias. Esta mesma autora destaca que o gestor deve ter: visão estratégica; habilidade de comunicação; abertura à inovação e criatividade; e apoiar o autoconhecimento. Araújo (2006) aponta algumas tendências no processo de avaliação de desempenho humano nas organizações, tais como a influência da horizontalização com ênfase no trabalho em equipe e na maior autonomia das pessoas. Milkovich e Boudreau (2008) salientam que a escolha das ferramentas de avaliação de desempenho é fundamental, onde as organizações dispõem de várias formas para avaliar a performance dos profissionais, utilizando-as conforme sua cultura, estratégias e visão das pessoas.

O feedback faz parte da etapa de acompanhamento do processo de avaliação de desempenho, a qual visa a orientação do trabalho e assegurar a conexão entre os objetivos e resultados. Ganhou ênfase na administração por objetivos, como uma fonte confiável de autoconhecimento e, portanto, de melhoria do desempenho e como forma de agregar valor à organização. Essa perspectiva acentuou o seu valor para o aperfeiçoamento das políticas e práticas de RH. É necessário que haja condição favorável ao diálogo para o compartilhamento

do feedback sobre os pontos fortes e fracos, relativos aos alcances dos resultados previstos e que os gestores assumam o papel de orientadores da sua equipe (SOUZA, 2005).

Conforme Souza (2005), o ciclo do desempenho deve ser realimentado constantemente, sob a orientação dos gestores, portanto, a avaliação de desempenho se configura como uma etapa de um processo mais amplo. Francisco Filho (2008) ressalta que o acompanhamento sistemático do desempenho assegura que a organização está utilizando e conduzindo adequadamente os seus recursos e as pessoas para a performance ideal. Boog e Boog (2006) analisam que a avaliação de desempenho, juntamente com o feedback, é ferramenta essencial para a melhor adequação das atividades de treinamento e desenvolvimento.

IV. FEEDBACK NA DEVOLUTIVA PEDAGÓGICA

A avaliação, independentemente do contexto, é formativa se produzir efeitos na melhoria da aprendizagem e se os alunos usarem essas informações com propósitos formativos. Este argumento vem colocar o aluno no papel de protagonista, com autonomia na gestão da sua aprendizagem, considerando que a avaliação é formativa quando lhe providencia informação para a melhoria da sua aprendizagem. A eficácia da avaliação formativa passa a depender de três fatores: se os alunos conseguem perceber como estão na sua aprendizagem; se os alunos sabem como deveriam estar na sua aprendizagem, tendo em conta os objetivos de aprendizagem; e se agem no sentido de diminuir esta distância (BIGGS, 1998). Uma boa avaliação tem que possibilitar sua validação e apresentar outras qualidades como: confiabilidade; viabilidade; aceitabilidade; impacto educacional, repercutindo sobre o próprio processo de ensino e aprendizagem; e, finalmente, efeito catalisador quando induz transformações positivas às pessoas e às instituições (PANÚNCIO-PINTO; TRONCON, 2014).

Devolutivas pedagógicas podem ter papel determinante na reflexão acerca da prática docente. Navarro *et al.* (2018) apontam que, reconhecer que uma devolutiva se relaciona muito diretamente à aprendizagem que se busca promover aos estudantes é, não apenas uma das tarefas que menos requer esforço em relação a fornecer devolutiva, mas uma das mais importantes. Em outras palavras, as devolutivas pedagógicas e o ato de utilizá-las demandam tarefas mais ou menos trabalhosas e complexas, e devem ser usadas para promover a aprendizagem focando em dar ferramentas para que o aluno e/ou o professor reflitam acerca de seus pontos fracos previamente identificados.

Tinajero e Estrada (2018) elencam que, para os usos dos resultados serem efetivos na melhoria da aprendizagem, estes resultados devem favorecer a criação de devolutivas formativas e orientadoras dos resultados, desenhar rotas metodológicas que favoreçam o uso diferenciado das devolutivas, aproximar as avaliações externas às realizadas em aula e utilizar concretamente os resultados de modo a promover análises sobre as práticas pedagógicas. Dessa maneira, os docentes ficam habilitados a gerar transformações educativas, traçando rotas cognitivas que se enquadrem com a aprendizagem buscada a partir da identificação das características de uma turma através dos exames.

Segundo Bicudo-Zeferino, Domingues e Amaral (2007) evidencia-se que, para o exercício do feedback pedagógico, devem ser incorporados cinco componentes essenciais pelo professor que deverá ser assertivo, descritivo, específico, oportuno e respeitoso. Somado a esses atributos, Borges, Miranda e Santana (2014) descrevem que o feedback pedagógico deve começar pelos pontos positivos e evitar apontar aspectos negativos de uma só vez. As recomendações e etapas mais utilizadas para prover um feedback pedagógico de qualidade foram descritas por Pendleton (1984). Este mesmo autor traz um conjunto de regras simples e práticas para elaboração de feedback pedagógico, consiste em seguir, de forma sistemática, os seguintes passos:

- Perguntar ao estudante o que foi bem feito.
- Indagar em seguida o que pode ser melhorado.

Após esses questionamentos, expressar ao estudante:

- O que foi bem feito.
- Relatar o que pode ser melhorado (na percepção de quem avaliou).
- Resumir os pontos principais das ponderações do discente e docente.

Com isto é possível dar o feedback pedagógico aos alunos de maneira amigável, empática e eficiente, visando dedicação e aperfeiçoamento no processo de aprendizado. Uma das essências do feedback pedagógico é ser específico, que significa indicar claramente as ações e comportamentos nos quais o aluno está tendo bom desempenho e, também, aqueles nos quais o aluno pode melhorar, aprimorar suas ações e habilidades. É comum o destaque somente dos pontos negativos da atuação do aluno, tais como apontar as dificuldades, erros e falhas, esquecendo de apontar o que o aluno fez correto e bem feito. Esta atitude potencialmente cria um ambiente hostil e desagradável para realizar o processo de ensino-aprendizagem, pois enfatiza a superioridade e dominação do professor e não abre espaço para o diálogo e trocas de informações, tornando a avaliação inadequada (BICUDO-ZEFERINO; DOMINGUES; AMARAL, 2007).

Borges, Miranda e Santana (2014) ressaltam que uma das principais funções da devolutiva é despertar a reflexão e não o julgamento do aluno, pois somente desta maneira consegue-se modificar algum comportamento, habilidade ou atitude. Além de ser específico, o feedback pedagógico precisa ser oportuno. É importante a escolha adequada do local para a avaliação, longe de seus pares, pacientes ou equipe, por outro lado, é preciso realizá-lo mais rápido possível, para que não se percam detalhes relevantes (BICUDO-ZEFERINO; DOMINGUES; AMARAL, 2007).

Ser oportuno no feedback pedagógico também significa respeito à privacidade na devolutiva, pois é essencial que o aluno tenha liberdade para manifestar suas dúvidas, medos e fraquezas, refletindo sobre sua atuação, expondo confortavelmente sua autoavaliação e recebendo naturalmente a avaliação do professor. Qualquer falha na comunicação deve ser esclarecido pelo emissor, sanando as dúvidas do receptor e, sobretudo, oportunizando estabelecer uma comunicação clara e transparente, sem distorções da mensagem original que se deseja transmitir, criando um clima afável, de troca de experiências avaliativas com mútuo aprendizado (BICUDO-ZEFERINO; DOMINGUES; AMARAL, 2007). Apesar de o estudante, via de regra, estar ansioso por ouvir a opinião dos professores, sua reação pode ser de resistência quanto a críticas, ainda que construtivas. Desta forma, o feedback pedagógico tem que ser descritivo, de maneira que as palavras expressam com o máximo de exatidão, determinado comportamento ou ação, ao invés de julgar como certo ou errado, justo ou injusto (BICUDO-ZEFERINO; DOMINGUES; AMARAL, 2007).

Outra propriedade muito importante na utilização do feedback pedagógico é ser assertivo. O diálogo do docente deve ser claro, objetivo e direto ao aluno; sem afirmações ambíguas, focando na mensagem principal, sem falar sobre outros temas não pertinentes para aquele momento, sem desviar a atenção sobre o assunto que está em foco na avaliação (SANTOS, 2017). Recomenda-se descrever os impactos e consequências de determinado comportamento, positivos ou negativos, assim como sugerir condutas alternativas (BORGES; MIRANDA; SANTANA, 2014).

Para Braga (2006), outro elemento fundamental para o sucesso do feedback pedagógico, é ser respeitoso, independentemente do grau de conhecimento, experiência, hierarquia, idade ou outras características pessoais entre os interlocutores. Como é um ato compartilhado entre docente e aluno deve-se encontrar pontos de concordância sobre os

comportamentos a serem abordados. Escutar e compreender o que o outro está dizendo, ser direto sem ser grosseiro e hostil, entender e respeitar a opinião do outro, tudo isso gera um ambiente de respeito para o feedback pedagógico construtivo. Os alunos esperam ser emissores e receptores, em circunstância de igualdade com o preceptor, pois são sujeitos com aptidão para analisarem os aspectos positivos ou negativos de suas ações.

Para prover feedback pedagógico adequado, o interlocutor deve ter conhecimento de como deve ser utilizada esta ferramenta pedagógica, ter atitude para inserir em seu cotidiano profissional, postura adequada para ensinar, empatia com o aluno e habilidade técnica para avaliá-lo naquele dado cenário de aprendizagem (SANTOS, 2017). Segundo Cantillon (2008), o feedback pedagógico é um conceito fundamentado cientificamente. A habilidade de dar e receber feedback pedagógico com eficácia tem importância singular e se mostrou efetiva na melhoria de desempenho. Os problemas podem ser minimizados se professores estiverem preparados, como educadores e avaliadores. Dar feedback pedagógico exige habilidade, compreensão do processo, criação de um ambiente propício e de uma relação de confiança. Por outro lado, essa devolutiva é essencial e não pode ser omitida, devendo ser abordada corretamente (BORGES; MIRANDA; SANTANA, 2014).

Rêgo e Batista (2012) salientam que, para habilitar o professor a se desenvolver profissionalmente, será necessário que o feedback pedagógico aconteça e tenha caráter informativo, formativo, válido e confiável. Não é suficiente simplesmente fornecer o feedback pedagógico, pois a qualidade é o mais relevante. O feedback pedagógico traz muitos benefícios e vantagens, gerando pontos positivos, pois melhora a ação do aluno, contribui para uma evolução e crescimento do mesmo, embora os professores, por vezes, não se deem conta de que aprimora suas relações com os alunos e transforma a construção do conhecimento em uma via de mão dupla.

Para Borges, Miranda e Santana (2014) falta da avaliação por meio de feedback pedagógico gera incertezas, amplifica o sentimento de inadequação e distância o aluno dos objetivos propostos, podendo levá-lo a interpretar seus comportamentos de maneira totalmente inapropriada e a desenvolver insegurança ou medo exagerado do erro. Consegue-se uma maior eficácia do feedback pedagógico quando repetido em diferentes momentos da elaboração da atividade ou da avaliação e que seja dado de forma contínua (BICUDO-ZEFERINO; DOMINGUES; AMARAL, 2007). Para estes mesmos autores, a utilização do feedback pedagógico surge como elemento essencial no desenvolvimento da prática reflexiva e da construção do profissionalismo. Os alunos vão gradativamente se conscientizando do seu nível de competência e buscando aprimoramento. Embora os professores tenham em suas falas valorizado sobremaneira o feedback pedagógico, ainda não o enxergam como uma devolutiva e oportunidade pessoal, onde o professor aceita fazer parte do problema e não avaliar solitariamente e unilateralmente.

V. CONCLUSÃO

A pesquisa demonstra a relevância do objetivo geral pretendido. A devolutiva é uma ferramenta pedagógica presente no processo de ensino aprendizagem. Ela faz parte do todo e deve ser elaborada observando requisitos para sua efetividade e bons resultados. Desta forma, o feedback da Gestão do Conhecimento pode agregar aspectos positivos e beneficiar no resultado final da devolutiva pedagógica, contribuindo com a aprendizagem dos alunos.

As contribuições que esta pesquisa pode trazer são indicar quais os aspectos da prática feedback que podem efetivamente contribuir para a devolutiva pedagógica e de que maneiras pode-se associar os conceitos a fim de trazer benefícios ao trabalho desempenhado do professor que elabora estas devolutivas para os alunos, e que, com isso, haja sucesso de aprendizagem. Caso o professor tenha informações acerca da prática

feedback, este profissional poderá aplicar na elaboração de suas devolutivas para os alunos, agregando este conhecimento de forma a melhorar sua prática docente, especificamente as devolutivas pedagógicas.

VI. REFERÊNCIAS

ABREU-E-LIMA, D. M. de; ALVES, M. N. O feedback e sua importância no processo de tutoria a distância. **Proposições**, Campinas, v. 22, n. 2, ago. 2011. Disponível em <https://www.scielo.br/pdf/pp/v22n2/v22n2a13.pdf>. Acesso em 03 de dezembro de 2020.

ARAÚJO, L. C. G. de. **Gestão de Pessoas: estratégias e integração organizacional**. São Paulo: Atlas, 2006.

BICUDO ZEFERINO, A. M; DOMINGUES, R. C. L; AMARAL, E. Feedback como estratégia de aprendizado no ensino médico. **Rev. bras. educ. med.**, vol. 31 n. 2, 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-55022007000200009. Acesso em 18 de janeiro de 2021.

BIGGS, J. **Assessment and classroom learning: A role for summative assessment**. Assessment in Education: Principles, Policy & Practice, 1998.

BOHLANDER, George. *et al.* **Administração de recursos humanos**. São Paulo: Thomson, 2003.

BOOG, G. G.; BOOG, M. T. (Coords.). **Manual de treinamento e desenvolvimento: processos e operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

BORGES, M. C.; MIRANDA, C. H.; SANTANA, R. C.; BOLLELA, V. R. Formative assessment and feedback as learning tools in health professions education. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 47, n. 3, 2014. Disponível em: http://revista.fmrp.usp.br/2014/vol47n3/11_Avaliacao-formativa-efeedback-como-ferramenta-de-aprendizado-na-formacao-de-profissionais-da-saude.pdf. Acesso em 18 de janeiro de 2021.

BRAGA, E. M. How to follow communicative competence progress journal nursing students. **Rev. Esc. Enferm. USP**. 2006 Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0080-62342006000300003>. Acesso em 18 de janeiro de 2021.

CANTILLON P; SARGEANT J. G. **Feedback in clinical settings**. BMJ. 2008 Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.a1961>. Acesso em 21 de janeiro de 2021.

COUTO, E. S.; COUTO, E. S.; CRUZ, I. DE M. P. #FIQUEEMCASA: EDUCAÇÃO NA PANDEMIA DA COVID-19. **Interfaces Científicas - Educação**. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.17564/2316-3828.2020v8n3p200-217>. Acesso em 02 de janeiro de 2021.

FRANCISCO FILHO, Egildo. **Uma maneira descomplicada de fazer avaliação de desempenho e estimativa de potencial humano nas organizações**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2008.

HERNÁNDEZ, E. A. E. **Aprender a investigar: nociones básicas para la investigación social**. 1 ed. Córdoba: Brujas, 2011.

HIPÓLITO, J. A. M.; REIS, G. G. **A avaliação como instrumento de gestão**. As pessoas na organização. 7. ed. São Paulo: Gente, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LUCENA, M. D. de S. **Avaliação de desempenho**. São Paulo: Atlas, 1992.

MILKOVICH, G. T.; BOUDREAU, J. W. **Administração de recursos humanos**. Tradução de R. C. Marcondes. São Paulo: Atlas, 2006.

NAVARRO, M.; MECKES, L.; FÖRSTER, C.; MÉNDEZ, I.; NEVEU, P. Retroalimentar formativamente ¿qué tareas son más desafiantes para el profesorado de primaria?. In: III Congreso Latinoamericano de Medición y Evaluación Educacional. **Anais...** Uruguai. 2018. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1spgU2N5g8Eldo2buQwoTme2juOS7daK_/view. Acesso em 15 de janeiro de 2021.

NEWSTROM, John W. **Comportamento organizacional: o comportamento humano no trabalho**. São Paulo: AMGH Editora, 2008.

PANÚNCIO-PINTO, M. P.; TRONCON, L. E. A. Student assessment - general aspects. **Medicina**, Ribeirão Preto, v. 47, n. 3, 2014. Disponível em: http://revista.fmrp.usp.br/2014/vol47n3/10_valiacao-do-estudante-aspectos-gerais.pdf. Acesso em 18 de janeiro de 2021.

PENDLETON, D.; SCOFIELD, T.; TATE, P.; HAVELOCK, P. **The consultation: an approach to learning and teaching**. Oxford: Oxford University Press; 1984.

RÊGO, C.; BATISTA, S. H. Faculty development courses in medicine: journal fruitful field. **Ver. Bras. Educ. Med.** v. 36, n. 3, 2012 Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbem/v36n3/05.pdf>. Acesso em 21 de janeiro de 2021.

SANTOS, C. M. **A contribuição do feedback no processo de avaliação formativa: uma revisão de literatura**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Enfermagem. 2017. Disponível em: <https://repositorio.observatoriodocuidado.org/handle/handle/1248>. Acesso em 18 de janeiro de 2021.

SANTOS, I. E. **Manual de métodos e técnicas de pesquisa científica**. 5. ed. São Paulo: Impetus, 2005.

SOUZA, V. L. de. *et al.* **Gestão de desempenho**. Rio de Janeiro: FGV, 2005.

STRAUHS, Faimara do Rocio *et al.* **Gestão do conhecimento nas organizações**. Curitiba: Aymarã Educação, 2012. 128 p.

TINAJERO, K. G., ESTRADA, S. S. Devolución formativa de los resultados de la prueba PLANEA - México. In: III Congreso Latinoamericano de Medición y Evaluación Educacional. **Anais...** Uruguai. 2018.

VII. AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Gestão do Conhecimento nas Organizações e ao ICETI, da UniCesumar em Maringá/PR, pelo apoio e recursos que permitiram a realização desta pesquisa.

VIII. COPYRIGHT

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

FAKE NEWS E DESINFORMAÇÃO CIENTÍFICA NO MEIO DIGITAL: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO

FAKE NEWS AND SCIENTIFIC DISINFORMATION IN THE DIGITAL ENVIRONMENT: AN EXPLORATORY STUDY

Max Melquíades da Silva¹
Beatriz Valadares Cendón²

Resumo – O trabalho teve objetivo de analisar a produção e divulgação de desinformação científica na web, com ênfase em uma plataforma de mídia social em particular. A desinformação científica se caracteriza por conteúdos falsos que incluem um discurso negacionista em relação aos consensos científicos em uma postura anticiência, com frequente recurso a narrativas conspiracionistas e a mobilização de evidências alternativas em uma tentativa de mimetizar uma aparência de ciência legítima. A pesquisa analisou 5234 artigos de desinformação produzidos pelas agências de checagem de fatos no ano de 2019. Dessa análise documental, 111 artigos se referiam a desinformação científica e foram selecionados, juntamente com a desinformação original referenciada nesses artigos. Foram avaliadas suas características exógenas (plataformas, mecanismos de difusão) e endógenas (estratégias discursivas, enquadramentos da mensagem e a visão acerca da ciência etc.). Em uma segunda fase da pesquisa foi realizado estudo de caso no YouTube, incluindo metadados e comentários coletados com software de rastreamento. Os resultados indicaram mecanismos de operação dos agentes de desinformação e características intrínsecas à mensagem, sendo úteis ao planejamento de ações de contenção da desinformação na web.

Palavras-chave: Informação. Desinformação. Pós-verdade.

Abstract – The work aimed to analyze the production and dissemination of scientific disinformation on the web, with emphasis on a particular social media platform. Scientific disinformation is characterized by false content that includes a denialist discourse in relation to scientific consensus in an anti-science stance, with frequent use of conspiracy narratives and the mobilization of alternative evidence in an attempt to mimic an appearance of legitimate science. The research analyzed 5234 disinformation articles produced by fact-checking agencies in the year 2019. From this document analysis, 111 articles referred to scientific disinformation and were selected, along with the original disinformation referenced in these

¹ Professor na Escola de Governo da Fundação João Pinheiro. Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Gestão & Organização do Conhecimento (PPGGOC) na Escola de Ciência da Informação da Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil. Contato: iemax@bol.com.br.

² Professora Titular do Programa de Pós-graduação em Gestão & Organização do Conhecimento da Escola de Ciência da Informação da Universidade Federal de Minas Gerais. Contato: bcendon@gmail.com.

articles. Its exogenous (platforms, dissemination mechanisms) and endogenous (discursive strategies, message framing and vision of science, etc.) characteristics were evaluated. In a second phase of the research, a case study was carried out on YouTube, including metadata and comments collected with tracking software. The results indicated mechanisms of operation of disinformation agents and intrinsic characteristics of the message, being useful for planning actions to contain disinformation on the web.

Keywords: *Information. Disinformation. Post truth.*

I. INTRODUÇÃO

O fenômeno da desinformação nas mídias sociais apresenta novos desafios para a ciência da informação, campo que se preocupa com a questão da informação em suas relações com o desenvolvimento social e humano. A *desinformação*, em sentido amplo, é entendida como a informação comprovadamente falsa ou enganadora que é criada, apresentada e divulgada para obter vantagens econômicas ou para enganar deliberadamente o público, e que é suscetível de causar um prejuízo público (COMISSÃO EUROPEIA, 2018). Já a *desinformação científica* se caracteriza pelos seguintes fatores:

- um discurso negacionista em relação aos consensos científicos ou por uma postura anticiência, com ataques à atividade científica ou às instituições e profissionais do meio acadêmico;
- uma crença conspiracionista sobre ciência ou refratária aos saberes, métodos e construções científicas. Essa postura se manifesta, por exemplo, na desconfiança em relação às intenções e ao potencial preventivo das vacinas; na negação do fenômeno do aquecimento global antropogênico; na rejeição de fatos históricos amplamente documentados ou mesmo na descrença em relação às conquistas da astronomia como a viagem à lua;
- mobilização de evidências alternativas ou contraditórias para justificar o discurso, acomodar e ampliar criticamente o escopo da conspiração (LEWANDOWSKI; GIGNAC; OBERAUER, 2013).
- tentativa de mimetizar uma aparência de ciência legítima – linguagem complexa, suposta comprovação experimental, recurso a argumentos de autoridade, depoimentos de “renomados” pesquisadores reais ou fictícios e outros artifícios – por sob a qual se escondem métodos “obscuros e controversos” que não se sustentariam se submetidos a um exame científico idôneo (BAIARDI; PEDROSO, 2017, p. 2).

Quando alinhada a uma retórica de contestação dos conhecimentos científicos, a desinformação busca desqualificar o cânone vigente acerca de um determinado tema, pugnando seus pressupostos ou buscando substituí-lo por outras explicações da realidade fundamentadas em outro tipo de saber considerado não-científico. O problema desinformação científica, embora não novo, ganha contornos mais dramáticos no mundo contemporâneo, que assiste impotente à proliferação de narrativas que distorcem a realidade, com a relativização da ideia de verdade. Em conteúdo de desinformação científica, o conhecimento científico é questionado e, muitas vezes, categorizado como falso ou ideologicamente enviesado (GONÇALVES-SEGUNDO; ISOLA-LANZONI, 2020). Por sua vez, a ciência vê com desconfiança e preocupação a ação de pseudocientistas, que segundo Fasce (2017, p. 9) promovem “crenças injustificáveis”. A preocupação está relacionada aos possíveis efeitos adversos da popularização de discursos de desinformação científica. No caso das vacinas, por exemplo, alguns

trabalhos têm demonstrado a associação entre o crescimento do discurso antivacinação e o decréscimo nas taxas de vacinação alcançadas pelos sistemas de saúde – a hesitação vacinal (GUIMARÃES, 2017)

Este trabalho teve o objetivo de analisar a desinformação científica na web. Em uma primeira fase foi dada ênfase na desinformação certificada por serviços de checagem de fatos no ano de 2019. Em uma segunda fase foram analisados conteúdos e interações em torno de canais que difundem desinformação no YouTube. Apesar de uma aparente fragilidade, as peças ou instâncias de desinformação têm sido inseridas em um contexto de campanhas estruturadas, com crescente complexidade. Com efeito, a relevância do fenômeno na atualidade torna necessários esforços também da academia para elucidar o funcionamento das campanhas de desinformação, fornecendo assim insights para seu enfrentamento, em uma perspectiva social da informação. O trabalho considera a natureza dinâmica e aberta da Ciência da Informação, receptiva aos estudos da informação nos novos espaços informacionais mediados por tecnologias digitais (OLIVEIRA, 2020).

II. REFERENCIAL TEÓRICO

Fallis (2009) e Walsh (2010), diferenciam dois tipos de imprecisão de informações: a informação errada (*misinformation*), isto é, **sem elemento intencional**, decorrente de “erros honestos”; e a desinformação (*disinformation*), criada **intencionalmente** para induzir o usuário ao erro. Trata-se da informação falsa, enganosa e/ou imprecisa, criada propositalmente com o fim de induzir comportamentos motivados por fatos que o interlocutor acredita verdadeiros, mas cuja fonte original tem consciência de que não guardam nexo com a realidade. Alguns autores sugerem que desinformação seja apenas um *eufemismo para mentira*, caracterização que, segundo Fallis (2009), é muito esclarecedora e razoavelmente próxima de estar correta, embora haja vários aspectos importantes em que mentir não se confunde com desinformar. O autor afirma ainda que existe um “princípio de ligação” bem definido entre o *fenômeno* de desinformação e a *atividade* de desinformação, sendo o primeiro **a informação (isto é, o material com conteúdo representacional)** divulgado por alguém e o segundo o **processo de disseminação** conduzido por quem está desinformando. A expressão amplamente difundida *fake news* é considerada enganadora para se referir ao fenômeno da desinformação, tendo inclusive sua origem associada a artigos de opinião com mentiras intencionalmente criadas por veículos de comunicação com o fim de causar dano público a terceiros.

O fenômeno da desinformação é particularmente importante devido a seu alcance e a seus possíveis efeitos sociais. O estudo publicado por Vosoughi, Roy e Aral (2018) analisou mais de 4,5 milhões de postagens no Twitter, utilizando um sofisticado algoritmo de detecção de *bots*³ para se certificar de que um número muito próximo de 100% dos *tweets* analisados tenha sido efetivamente postado ou *retweetado* por humanos. O estudo constatou que “[...] a falsidade difundiu-se significativamente mais longe, mais rápido, mais profunda e mais amplamente do que a verdade em todas as categorias de informações [...]”, e os efeitos foram mais pronunciados nas notícias políticas falsas do que nas notícias falsas sobre terrorismo, desastres naturais, ciência, lendas urbanas ou informações financeiras (VOSOUGHI; ROY; ARAL, 2018, p. 1146, tradução nossa). Essa constatação vai na mesma linha do trabalho de Venturini *et al.* (2019), segundo os quais o perigo do sucesso das *fake news* vem menos da sua *falsidade* (que é, em muitos

³ Os bots são aplicações de software desenvolvidas amiúde com recurso à inteligência artificial, visando simular reiteradamente interações humanas na web para amplificar o conteúdo e possivelmente induzir um ponto de vista aos leitores.

casos, fácil de detectar) do que da *viralidade* com as quais eles circulam de um meio para outro, ocupando constantemente a agenda pública. O fenômeno da desinformação é exacerbado em um contexto mais amplo à noção de pós-verdade (*post truth*). A pós-verdade está menos relacionada à construção de narrativas que distorcem a realidade (desinformação) e mais relacionada ao modo como atores sociais se apegam a essas narrativas, geralmente tratando-as como a própria realidade, como a própria verdade (D'ANCONA, 2018). A ideia de pós-verdade pode ser resumida na assertiva de Medeiros (2017, p. 23): “Apelos emocionais e que mobilizam crenças pessoais são mais eficazes para conquistar a opinião pública do que fatos objetivos.” Em um contexto de pós-verdade, a mentira pode ser tornar verdade para o indivíduo e a verdade pode ser categoricamente rejeitada. Isso explica em grande medida o dano potencial provocado pela desinformação: ainda que ela seja posteriormente refutada, é de se esperar que grande parte dos indivíduos que nela acreditaram se recusem a desacreditar em um segundo momento – colocando em dúvida os fundamentos da contraprova, a reputação ou as motivações de seus autores.

III. METODOLOGIA

O estudo está organizado em duas fases. Na primeira fase, foi dada ênfase ao estudo da mensagem de desinformação. Para tanto, foram coletadas amostras de desinformação certificadas por agências de checagem e congruentes com os critérios *operacionais*, *temporais* e *temáticos* estabelecidos. O método de escolha do *corpus* considerou notícias classificadas como desinformação por agências de *fact-checking* produzidos por representantes das principais agências brasileiras e norte-americanas de checagem no período de janeiro a dezembro de 2019. Dentre essas notícias, foram analisados especificamente os artigos classificados como desinformação científica.

A utilização dos artigos analíticos produzidos por agências de checagem constitui uma estratégia consistente para identificação de peças de desinformação assim classificadas por agências consolidadas, que tem atuado com crescente profissionalização, sistematização de procedimentos, padrões éticos e articulação em rede (MANTZARLIS, 2019). Foram selecionadas as seguintes agências: Boatos.org, Estadão Verifica, Fato ou fake, Lupa, Politifact (EUA), Snopes (EUA) e Uol Confere. A escolha do ano de 2019 se deveu à busca por um período de relativa estabilidade no ambiente de informação, sem grandes eventos externos que afetassem o volume e a natureza dos dados – um incidente crítico ao contrário. O ano de 2018 foi particularmente fecundo em desinformação política no Brasil devido à disputa eleitoral federal. Mais recentemente, nos anos de 2020 e 2021, foi a emergência da pandemia global de Covid-19 (provocada pelo vírus SARS-Cov-2, da família dos Coronavírus) que “contaminou” profundamente o cenário informacional, a ponto de a Organização Mundial da Saúde declarar que o mundo vive uma *pandemia de desinformação*, ou seja, uma *infodemia*. Nesse cenário, o volume excessivo de desinformação relacionada à Covid-19 obscureceu a diversidade da desinformação científica na web e tem sido foco de numerosos outros trabalhos (SOARES *et al.*, 2021). Por estas razões, 2019 mostrou-se como o período ideal para coleta de dados por não sofrer influência significativa de períodos eleitorais ou da pandemia.

Na segunda fase da pesquisa, buscou-se analisar elementos que fazem interface com o agente e a mensagem de desinformação. Para tanto, foi realizado um estudo de caso de vídeos da plataforma de mídia social Youtube. A partir dos eixos temáticos mais recorrentes na primeira fase do estudo, foram formuladas expressões de busca para identificação de canais do Youtube que divulgassem conteúdos desinformativos e situados em seu ambiente original de produção. Nesta busca, foram identificados e

selecionados para análise 3 canais⁴. Deles, foram coletados com o software de rastreamento de dados *You Tube Data Tools* um total de 5 vídeos, seus metadados e comentários. Os dados foram analisados por meio de técnicas de análise de redes sociais, que consiste em um conjunto de métricas e técnicas de pesquisa que descrevem a relação entre os nós e suas conexões, que, por sua vez, são baseadas em análises matemáticas e com foco voltado para a visualização. Para este estudo, foram coletados dados das relações estabelecidas entre os usuários do YouTube. As relações de rede estabelecidas entre os usuários foram organizadas em um dataset em CSV e analisadas com o aplicativo para desktop Gephi. Por meio do conteúdo dos comentários também foi possível criar a nuvem de palavras (word clouds) nos textos dos comentários, com apoio da plataforma WordClouds. Previamente à nuvem de palavras, foi realizada a normalização do *corpus* e eliminação de letras maiúsculas, além de remoção dos termos *stopwords*⁵.

Também foi realizada uma análise de sentimentos dos comentários postados nos vídeos, com classificação da polaridade de todos os comentários segundo as classes “Favorável” (equivalente a positivo), “Desfavorável” (equivalente a negativo) e “Neutro”, posto que na conformação da mensagem de desinformação, os comentários podem ser elementos importantes para o fortalecimento da narrativa (AGARWAL; BANDELI, 2017). A detecção de polaridade dos sentimentos em comentários de usuários no YouTube tem crescido, muitas vezes com emprego de soluções de inteligência artificial com aprendizado de máquinas para automatizar o processo. Neste estudo foi realizada uma rotulagem integralmente manual dos sentimentos, considerando a quantidade relativamente pequena de comentários. O output da análise é a polaridade dos comentários, que representa o grau de positividade e negatividade de cada texto, expressa em um resultado discreto binário (classes positivo ou negativo) ou ternário (classes positivo, negativo ou neutro) (BENEVENUTO, RIBEIRO e ARAÚJO, 2015). Foram realizadas ainda buscas em redes sociais, plataforma Lattes e plataformas de entidades de classe acerca da titulação, experiência profissional e credenciamento dos agentes de desinformação. Foram buscados ainda relatórios de ganhos financeiros dos canais com o programa de Parcerias do Youtube, fornecidos pela plataforma SocialBlade.

IV. RESULTADOS

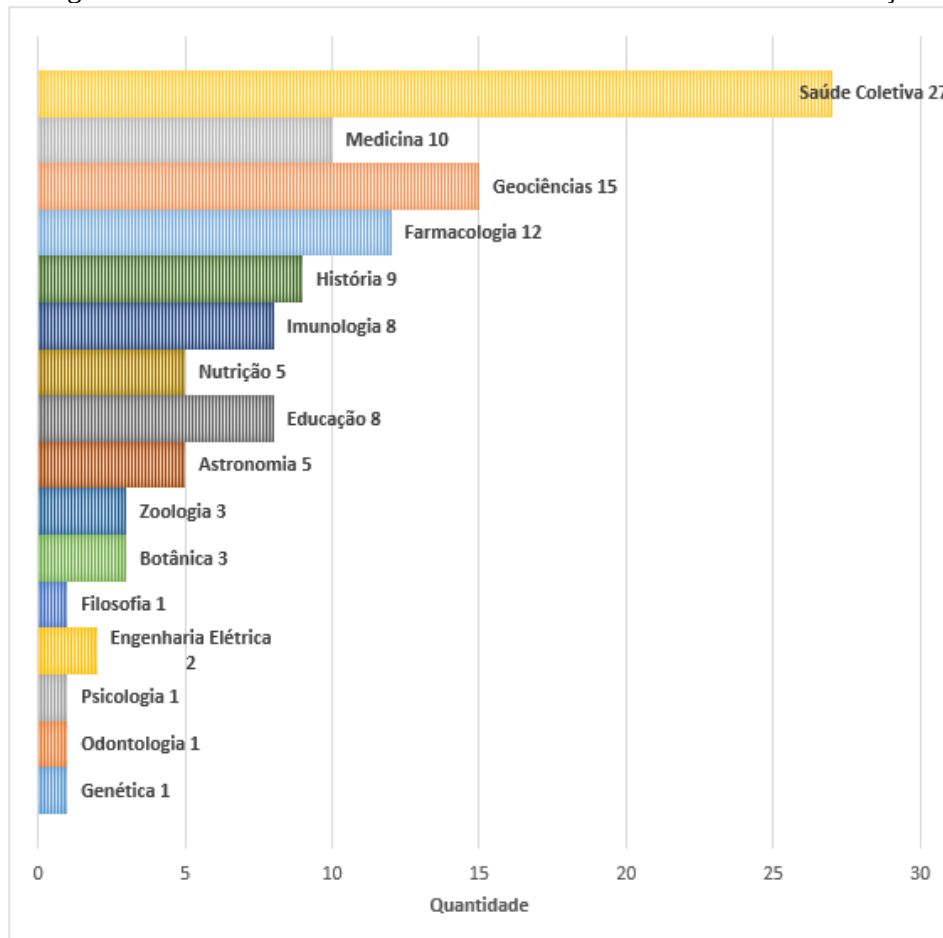
A pesquisa analisou 5.234 artigos de checagem de desinformação produzidos em 2019. Desse total, apenas uma pequena fração de 111 artigos (2,1%) é nitidamente compatível com a definição de desinformação científica. Esses artigos apresentaram grande variação percentual ao longo do ano, com diferenças de até 275% entre os meses menos produtivos e mais produtivos. Os procedimentos de checagem se basearam principalmente em pesquisas em bases de dados e de conhecimento na web, sendo também relevantes os métodos de averiguação junto a órgãos oficiais ou entidades de referência e o apoio de especialistas de domínio.

As expressões mais frequentes apontam para uma grande diversidade de temas e áreas afetadas pela desinformação científica, sendo bastante representativa do *corpus*. A nuvem de palavra utilizada para representação do *corpus* possibilita dimensionar a multiplicidade de temas observados. As nuvens de palavras (*word clouds* ou *tag clouds*) constituem um instrumento visual de representação da importância de diferentes termos em um *corpus*. A tecnologia subjacente às nuvens envolve fórmulas matemáticas para

⁴ Os dados da pesquisa estão disponíveis na tese de doutorado “A desinformação científica no meio digital: dos mecanismos de funcionamento às estratégias de enfrentamento”, defendida em fevereiro de 2022 na Escola de Ciência da Informação da UFMG.

⁵ *Stopwords* são termos considerados irrelevantes ou mesmo prejudiciais à análise, tais como artigos, advérbios, preposições, pronomes etc.

Figura 2 – Áreas do conhecimento com maior incidência de desinformação



Fonte: Os Autores (2022).

No que tange à finalidade, foram identificados dois importantes subgrupos de desinformação científica. Um primeiro, correspondente a 68% do *corpus*, é marcado por maior frivolidade, apelo emocional humor e baixa sofisticação linguística e conceitual. Nesse subgrupo, a ciência não é alvo, mas meio para atingimento de outras finalidades. Houve a predominância de desinformação destinada à manipulação do cenário político ou econômico com emprego de falsos conhecimentos científicos para despertar reações emocionais e desestabilizar o debate. Também houve muitas ocorrências de desinformação decorrente de aparentes erros honestos, fundada em tentativas de realizar uma ação de utilidade pública para difusão de notícias sobre descobertas ou previsões científicas, porém, baseada em erros de interpretação ou defasagem temporal. Embora esse subgrupo possa parecer contraditório em relação ao conceito de desinformação empregado, ressalta-se que os as agências de checagem, que inicialmente classificaram esses conteúdos como desinformativos, adotam critérios distintos do empregado no trabalho.

Um segundo subgrupo, correspondente a 32% do *corpus*, foi observado. Ele é caracterizado por maior refinamento e apoio em teorias e construções dogmáticas, assemelhando-se com pseudociências e se materializando em peças mais encorpadas. Nesse subgrupo, que talvez constitua a desinformação científica por excelência, houve uma predominância de artigos de divulgação de teorias e técnicas pseudocientíficas, tais como negação do aquecimento global antropogênico, procedimentos alternativos à

medicina para cura e tratamento de doenças ou dietas milagrosas. Amíúde teorias conspiratórias foram evocadas para produzir ou para sustentar hipóteses.

Na segunda fase do estudo foram analisados os canais e vídeos do YouTube. O primeiro canal analisado tinha foco na chamada *dieta alcalina*, fundada na crença pseudocientífica de que certos alimentos podem afetar a acidez e o pH dos fluidos corporais, ampliando ou minorando as condições de desenvolvimento de variadas enfermidades. O segundo canal é dedicado à divulgação e promoção de terapias para “cura” das mais variadas doenças utilizando o Sistema A. T. P. P. (Abordagem, Transformação e Programação do Pré-consciente), mudança da alimentação e simples exercícios. O terceiro canal produz vídeos sobre temas variados, tais como vacinação, feminismo, história, descobertas científicas, astronomia, terraplanismo, religião etc. O autor afirma que o canal é dedicado a “melhorar um pouco a imagem da Ciência”, conduzida por “muitos loucos” que estão prejudicando a imagem da ciência e a tornando “algo que vai contra tudo o que o ser humano acredita e idealiza”. Juntos, os canais têm cerca de 680 mil inscritos e mais de 45 milhões de visualizações.

O estudo do agente mostrou que os YouTubers controladores dos canais atuam isoladamente, tendo constituído uma rede de negócios lucrativos associados aos conteúdos que disseminam. Os três canais analisados são monetizados, recebendo recursos mensais do programa de parcerias do YouTube. Além da remuneração proveniente do YouTube, seus proprietários utilizam variadas outras plataformas para integrarem os negócios e realizar transações que não são possíveis no YouTube, tais como a venda de cursos, livros, equipamentos, terapias e outros conteúdos pagos. Pelo menos dois dos três agentes constituíram pessoa jurídica para suportar as atividades comerciais.

Os vídeos apresentaram informações enganosas no questionamento à eficácia ou à segurança dos tratamentos e medicamentos convencionais, sem demonstração ou confirmação das fontes; narrativas conspiratórias em relação à atividade medicinal ou a políticas de promoção da saúde pública e distorção de informações relativas à liberdade de escolha, apelo à emoção e a “crenças injustificáveis” (FASCE; PICÓ, 2019b). O trabalho de produção e divulgação de desinformação se mostrou bastante artesanal, sem incidência de atividade automatizada ou propaganda para turbinar os vídeos ou os comentários no sentido de influenciar a percepção de dos usuários.

Os três agentes pesquisados relataram ter tido vídeos removidos e/ou sofreram alguma forma de penalização ou suspensão. Os mesmos Youtubers deram um jeitinho para não abandonar integralmente o discurso, migrando os conteúdos reclamados para contas privadas ou para outras plataformas, com acesso mediante pagamento. Isso evidencia que há um mercado consumidor desses conteúdos que não se importa em pagar por eles. Outro jeitinho dado pelos Youtubers consistiu em lançar insinuações sutis, esperando que os próprios expectadores entendessem as indiretas. Essa situação ficou clara nos comentários e parece ter acentuado o sentimento de comunidade e o discurso conspiratório acerca de “um sistema” que persegue vozes dissonantes.

Durante a pesquisa, em alguns momentos houve dificuldades para acessar conteúdos desses canais, que não apareceram tão facilmente na busca da plataforma, mesmo utilizando a busca textual pelo nome completo do vídeo e do canal. Isso sugere que a própria plataforma pode ter relegado esses canais a um nível secundário de prioridade na pesquisa, visando reduzir sua visibilidade devido a recorrentes violações às políticas da plataforma, mas essa hipótese não pode ser testada sem acesso ao código fonte do mecanismo de busca.

A análise da expertise demonstrou que nenhum dos agentes possui formação acadêmica compatível com a atividade exercida e ao menos dois dos agentes atuam sem credenciamento nos conselhos de classe competentes.

A análise de sentimentos apontou um elevado nível de aprovação dos vídeos, com 66% a 90% de comentários positivos. Embora essa elevada taxa de comentários positivos possa ser relacionada à dinâmica da plataforma, que direciona a exibição de cada vídeo aos usuários previamente inscritos em cada canal, os dados evidenciam que os agentes gozam de um elevado prestígio entre o público de seus canais, fenômeno que merece mais estudos. A análise demonstrou também que a incidência de atividade inautêntica ou automatizada nos comentários dos vídeos foi irrisória.

Os cinco vídeos somente dessa rede, embora façam parte de canais que não se comunicam formalmente, estão inseridos em uma rede de 233 vídeos e diâmetro sete – que foi a maior distância possível entre dois nós. A análise da rede de vídeos evidencia, dessa forma, que o usuário que assistir a qualquer um dos 233 vídeos da rede poderá ser direcionado a qualquer um dos outros vídeos pelo sistema de recomendação da plataforma, de modo que as mediações algorítmicas contribuem para o efeito de *câmara de eco*, quando um usuário é direcionado para outros conteúdos semelhantes. Deve-se pontuar, contudo, que vários vídeos da rede são heterogêneos em termos de tema e canal de origem.

As características dos vídeos analisados permitem, assim como em parte do *corpus*, uma caracterização como um discurso pseudocientífico sem uma base consistente de conhecimentos, teorias e hipóteses, mas com um arranjo de ideias e complexidade superior aos observados na maior parte da desinformação científica que circula em plataformas como o Facebook e o WhatsApp e que frequentemente é objeto de análise pelas agências de checagem. Logo esses conhecimentos pseudocientíficos não chegam a provocar uma crise paradigmática das áreas às quais se contrapõe, mas sobrevivem à margem da ciência oficial com a audiência e os recursos financeiros de seguidores aos quais oferecem soluções fáceis e baratas para problemas cotidianos.

V. CONCLUSÃO

A contenção da desinformação passa por um conjunto amplo de ações envolvendo diversos atores. Ficou evidenciada a relevância das plataformas de mídias sociais nesse processo, uma vez que a atividade desinformativa se mostrou lucrativa ou, pelo menos, autossustentável. Os canais analisados também demonstraram que o bolso é particularmente sensível às políticas das plataformas. Os YouTubers emolduraram seu discurso (mesmo sem abandoná-lo) quando se viram diante do risco iminente de perder sua fonte de receitas. Entende-se que é importante um aprofundamento dessa estratégia de “esfomear” provedores de desinformação de rendimentos publicitários e de monetização por audiência produzida (IRETON; POSETTI, 2019), pois a moderação no discurso dos Youtubers e a remoção de vídeos mais controversos deixou claro que sua motivação financeira se sobrepõe à ideológica, de modo que esses canais passaram a operar “no limite” entre a monetização e a penalização. As plataformas podem, portanto, diante das pressões sociais e políticas e diante do agravamento dos efeitos da desinformação, tornar mais rigorosas e articuladas suas políticas de contenção da desinformação. Essas medidas são importantes para não provocar uma simples migração de conteúdos para espaços nos quais o controle é menor. Também demandará um maior empenho na checagem de conteúdos que precede a aplicação de sanções.

VI. REFERÊNCIAS

- AGARWAL, N.; BANDELI, K. K.. Blogs, Fake news, and Information Activities. In: BERTOLIN, G. (Ed.). **Digital Hydra: Security Implications of False Information Online**, (pp. 31-46). Riga: NATO Stratcom Centre of Excellence, 2017.
- BAIARDI, A.; PEDROSO, M. T. M. A pseudociência e o neo-obscurantismo contemporâneo. **JC Notícias SBPC**, Nº 5.673, 6 jun. 2017.
- BENEVENUTO, F.; RIBEIRO, F.; ARAÚJO, M. Métodos para Análise de Sentimentos em mídias sociais. In: **Brazilian Symposium on Multimedia and the web (Webmedia)**. Manaus, Brazil. 2015. Disponível em: <https://homepages.dcc.ufmg.br/~fabricio/download/webmedia-short-course.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2022.
- COMISSÃO EUROPEIA. **Action Plan against Disinformation**. High Representative of the Union for Foreign Affairs and Security Policy, no. 2018. 36 final, Brussels, dezembro de 2018.
- D'ANCONA, M. **Pós-verdade: a nova guerra contra os fatos em tempos de fake news**. Barueri: Faro Editorial, 2018.
- FALLIS, D. A conceptual analysis of disinformation. In: **Conference Proceedings. Retrieved**, November 26, 2009. Disponível em: http://sirls.arizona.edu/files/14/fallis_disinfo.pdf. Acesso em: 14 mar. 2020.
- FASCE, A. What do we mean when we speak of pseudoscience? The development of a demarcation criterion based on the analysis of twenty one previous attempts. **Disputatio - Philosophical Research Bulletin**, 6(7), 459–488, 2017. Disponível em: <https://disputatio.eu/vols/vol-6-no-7/fasce-pseudoscience/>. Acesso em: 6 mar. 2020.
- GONÇALVES-SEGUNDO, P. R.; ISOLA-LANZONI, G. A Terra é plana?: uma análise da articulação entre argumentação epistêmica, multimodalidade e popularização científica no Youtube. Redis: **Revista de Estudos do discurso**, v. 8, n.3, 2020. Disponível em: <https://ojs.letras.up.pt/index.php/re/article/view/6563>. Acesso em: 9 jan. 2022.
- GUIMARÃES, K. Vacinação em queda no Brasil preocupa autoridades por risco de surtos e epidemias de doenças fatais. **BBC Brasil**, 29 de agosto de 2017. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-41045273>. Acesso em: 24 jun. 2018.
- IRETON, Cherilyn; POSETTI, Julie. Introdução. In: UNESCO. **Jornalismo, Fake news & Desinformação: Manual para Educação e Treinamento em Jornalismo**. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), 2019, pp. 15-26.
- LEWANDOWSKY, S.; GIGNAC, G. E.; OBERAUER, K. The role of conspiracist ideation and worldviews in predicting rejection of science. **PLoS ONE**, v. 8, n. 10, p. 1-11, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0075637>. Acesso em: 08 nov. 2021.
- MANTZARLIS, A. Verificação dos fatos. In: UNESCO. **Jornalismo, Fake News & Desinformação: Manual para Educação e Treinamento em Jornalismo**. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), 2019, pp. 46-58.
- MEDEIROS, A. Os perigos da indiferença à verdade. **Revista Uno**, nº 27 - A era da pós-verdade: realidade versus percepção. São Paulo, 2017.

OLIVEIRA, M. L. P. **Competência crítica em informação e fake news**: das metodologias de fact-checking à auditabilidade do sujeito comum. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

SOARES, F. B.; RECUERO, R.; VOLCAN, T.; FAGUNDES, G.; SODRÉ, G. Desinformação sobre o covid-19 no Whatsapp: a pandemia enquadrada como debate político. **Ciência da Informação em Revista**, v. 8, n. 1, p. 74-94, 2021. Disponível em: <http://10.28998/cirev.2021v8n1e>. Acesso em: 3 dez. 2021.

VENTURINI, T.; BOUNEGRU, L; GRAY, J. ‘Fake news’ as infrastructural uncanny. **New Media & Society**. v. 22, n. 2. 2019.

VOSOUGHI, S.; ROY, D.; ARAL, S. The spread of true and false news online. **Science**, vol. 359, Edição 6380, pp. 1146-1151, 09 de março de 2018. Disponível em: <https://10.1126/science.aap9559>. Acesso em: 7 jan. 2020.

WALSH, J. Librarians and controlling disinformation: is multi-literacy instruction the answer? **Library Review**, Londres, v. 59, n. 7, p. 498-511. 2010.

VII. COPYRIGHT

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

FINANCIAMENTO DA EDUCAÇÃO INFANTIL NO TOCANTINS: EVOLUÇÃO DOS GASTOS E A TRAJETÓRIA DA OFERTA¹

FINANCING CHILD EDUCATION IN TOCANTINS: EVOLUTION OF EXPENDITURE AND THE TRAJECTORY OF THE OFFER

Joedson Brito dos Santos²

Resumo - O estudo objetivou investigar a evolução dos gastos e a trajetória da oferta em Educação Infantil (EI), no estado do Tocantins, considerando um recorte temporal de 2007 a 2018. Optamos por uma abordagem quanti-qualitativa com Estudo de Caso e análise documental. A produção dos dados se deu a partir de relatórios oficiais, disponíveis no Sistema de Informações sobre Orçamento Público em Educação (Siope) do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), do Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE) e no TC Educa. Foi necessária uma caracterização do referido estado, uma verificação do movimento dos indicadores de atendimento e dos indicadores de investimento em EI. Para uma análise mais detalhada escolhemos uma amostra de 40 municípios. Os resultados foram analisados à luz do método dialético, que sugere partir do fenômeno dado, para capturar seu movimento, determinações e contradições para, em seguida, compreender a realidade concreta. O estudo possibilitou observar que, apesar do aumento das matrículas e da presença de mais recursos para EI, o gasto por aluno/ano da EI nos municípios do Tocantins são muito baixos. Além disso, existe uma expressiva desigualdade econômica, social e educacional que afeta o atendimento.

Palavras-chave: Financiamento da Educação Infantil. Perfil do Gasto. Trajetória e Condições de Oferta.

Abstract: The study aimed to investigate the evolution of expenditures and the trajectory of the offer in Early Childhood Education (EI), in the state of Tocantins, considering a time frame from 2007 to 2018. We opted for a quantitative-qualitative approach with a case study and document analysis. The production of data was based on official reports, available in the Information System on Public Budget in Education (Siope) of the National Fund for the

¹ Este artigo apresenta parte dos resultados de uma pesquisa de estágio pós-doutoral realizada na Universidade de São Paulo (USP) entre os anos de 2019 e 2020.

² Pós-Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo (USP); Professor Adjunto da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG); Professor da Unidade Acadêmica de Educação (UAED) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Contato: jbsantus@mail.uft.edu.br.

Development of Education (FNDE), of the National Institute of Educational Studies and Research Anísio Teixeira (Inep) and from the Brazilian Institute of Geography (IBGE) and at TC Educa. A characterization of the referred state was necessary, a verification of the movement of the attendance indicators and the EI investment indicators. For a more detailed analysis, we chose a sample of 40 municipalities. The results were analyzed in the light of the dialectical method, which suggests starting from the given phenomenon, to capture its movement, determinations and contradictions in order to understand the concrete reality. The study allowed us to observe that, despite the increase in enrollments and the presence of more resources for EI, the expenditure per student/year of EI in the municipalities of Tocantins is very low. In addition, there is significant economic, social and educational inequality that affects care.

Keywords: *Financing of Early Childhood Education. Spend Profile. Trajectory and Offer Conditions.*

I. INTRODUÇÃO

Falar sobre o financiamento da Educação Infantil (EI) é se ocupar da parte das políticas educacionais de financiamento educacional que se (pre) ocupa dos recursos públicos direcionados para assegurar o direito à educação das crianças de 0 a 5 anos de idade. Trata-se de uma dimensão imprescindível no campo das políticas para a EI, pois não é possível garantir a expansão do direito à educação, considerando os padrões mínimos de qualidade do atendimento sem que haja recursos públicos para construir, reformar e equipar prédios escolares, bem como para garantir equipe de pessoal – com formação específica, carreira, valorização e condições justas de trabalho (SANTOS, 2020a; 2021).

As preocupações e os estudos com o campo sobre o financiamento da EI no Brasil são escassos (GOMES; 2004) e recentes (SANTOS, 2020b), apesar de vir ganhado importância cada vez maior no âmbito das políticas públicas, no debate com organizações da sociedade civil e nos programas de pós-graduação em Educação (SANTOS, 2020b). Podemos identificar as primeiras preocupações com o campo da EI começaram a aparecer entre o final de 1970 e o início dos anos de 1980, (FRANCO, 1988; CAMPOS, 1992) e têm como marco a Constituição Federal (CF), de 1988, que incluiu a EI no Capítulo da Educação, reconheceu a criança como um sujeito de direito e a EI como um direito de todas as crianças, assegurado mediante atendimento em creche e pré-escola.

As mudanças promovidas pela CF/1988 influenciaram expressivamente os rumos desse segmento e culminaram na inclusão da EI como a primeira etapa da Educação Básica (EB), na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB), Lei nº 9.394, de 1996. Por conseguinte, no estabelecimento e aprovação de 25 metas para a EI, no Plano Nacional de Educação de 2001, Lei nº 10.172 de 2001, e na criação de vários dispositivos legais com a finalidade de consolidar essa nova etapa da EB, como o Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil (RCNEI) e as Diretrizes curriculares nacionais para a educação infantil (DCNEI). Todavia, apesar desses avanços, até o ano de 2006, a EI não tinha uma política claramente definida de financiamento, seu provimento ficou a critério e vontade política dos entes municipais, como também da atuação de instituições filantrópicas, comunitárias e/ou privadas.

A CF/1988 e a LDB/1996, não explicitaram definições e regras claras para o financiamento da EI e, para agravar, a EI não foi incluída no Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério (Fundef). Política de financiamento da educação criada pela Emenda Constitucional (EC) nº 14, de 1996, que determinou a aplicação de 15% dos 25% da receita dos recursos da Manutenção e Desenvolvimento do Ensino (MDE) para o Ensino Fundamental (EF), com o

direcionamento de no mínimo 60% para a remuneração dos professores do EF e 40% em manutenção do ensino. Os 10% restantes do MDE poderiam ser aplicados no financiamento da EI e da Educação de Jovens e Adultos (EJA), conforme a disponibilidade dos recursos e o entendimento de cada gestor municipal. (SANTOS, 2018;2021)

O Fundef, não considerou as matrículas da EI, como prioridade, na contabilização dos recursos, não definiu as regras de sua aplicação e, além disso, os recursos do fundo foram insuficientes para a maior parte dos municípios, haja vista que o custo do EF foi superior aos 15% dos recursos previstos. A complementação da União ao Fundef foi irrisória ou praticamente inexistente, e o critério do valor mínimo por aluno para assegurar os padrões mínimos de qualidade não foi aplicado (PINTO, 2018).

Vale ressaltar que, apesar da ausência de recursos, não ocorreu uma redução drástica no crescimento das matrículas da EI, como se esperava. Isso se deve a outros fatores como: a melhoria na contabilização dos dados da EI; o aumento da demanda e da maior pressão por vagas; o papel do Ministério Público; bem como a luta de movimentos sociais, entidades e profissionais da educação em torno do tema. Dados do Censo Escolar revelaram que, entre 1997 e 2006, as matrículas em creches cresceram em 294%. Essa elevação se deu também mediante um cenário de reforma do estado e de fortalecimento do setor privado (PINTO, 2018).

A EC nº 14/1996 operacionalizou a divisão de responsabilidades com a oferta da educação pública, prevista na CF/1988 e reafirmada na LDB/1996, desencadeando um processo de municipalização do ensino. Por isso, observamos, a partir de 1996, uma demanda crescente da responsabilidade dos municípios com o atendimento educacional. Tal fato se expressou tanto no aumento do número de novas matrículas, quanto na transferência de estudantes das redes estaduais para as municipais (GOMES, 2004; PINTO, 2007).

Para se ter uma ideia, no início dos anos de 1991, os municípios foram responsáveis por 37% da matrícula total, em 2013, já eram responsáveis por 56% de todas as matrículas da EB, incluindo a rede estadual e a rede privada. Se for considerada somente a rede pública, o percentual de atendimento das matrículas do EF foi de 69% (PINTO, 2014). No caso da EI, em 2018, os municípios foram responsáveis por mais de 71% das matrículas e as redes privadas por cerca de 27,7%.

Esse processo de descentralização e municipalização do EF, atrelado ao aumento das matrículas na EI, sobrecarregou os municípios e elevou suas responsabilidades, pois não foram seguidos de recursos suficientes. Ampliou as demandas que envolvem a expansão da oferta pública, mas, o custo por aluno não acompanhou sequer a inflação e nem o dispêndio com criação, manutenção, infraestrutura das escolas e, especialmente, com contratação e pagamento de professores (ARELARO, 2006).

A partir de 2004, começou a se intensificar a luta pela instituição de uma política de fundo único que abarcasse toda a EB, por tanto, que também financiasse a EI. Porém a PEC nº 415, enviada pelo governo ao Congresso Nacional, em junho de 2005, com a proposta de criação do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (Fundeb), não incluía as creches. O Fundeb entrou em debate e sofreu várias reformulações, elaboradas tanto pela Comissão Especial da Câmara do Fundeb quanto pela pressão da sociedade civil. Após tramitação, modificações e a inclusão das creches, o Fundeb foi criado pela EC nº 53, aprovada pela Medida Provisória (MP) nº 339/2006 e regulamentado pela Lei 11.494, de 2007.

A criação do Fundeb representou um novo passo na história do financiamento da EI, haja vista que, pela primeira vez, essa etapa da educação foi incluída, especificamente, numa política de financiamento público. Mas esse processo demanda atenção, isso

porque, o Fundeb manteve centralidade do financiamento no EF, houve pouco aumento de recursos, uma vez que também se ampliou a cobertura para toda a EB. Os fatores de ponderação para distribuição dos recursos foram baixos e inferiores ao custo real de cada segmento, sobretudo, na EI, conforme indicado nos estudos sobre custos educacionais. Houve admissão da distribuição dos recursos para matrículas de creche e de pré-escola na rede conveniada sem fins lucrativos e uma omissão quanto ao Custo Aluno Qualidade inicial (CAQi) (CARREIRA; PINTO, 2007; ARAÚJO, 2006; SANTOS, 2018;2021; PINTO, 2018).

O Fundeb chegou ao final em dezembro de 2020 trazendo consigo avanços, limites e contradições, para o financiamento da EB e particularmente para a EI. A EI, por exemplo, registrou alguns avanços, seja no crescimento do número de matrículas, de instituições e profissionais que atendem nesta etapa da educação, seja na elevação de políticas, programas, projetos e diretrizes com fins de ampliar e melhorar a qualidade da oferta de EI (SANTOS, 2020c; PINTO; BIANCA,2020).

Porém, existem e persistem limitações, tanto em termos da ampliação do acesso, quanto de condições de atendimento. Ainda existem quase 2 milhões de crianças fora de instituições de EI, sobretudo, aquelas de 0 a 3 anos, em sua maioria negras, indígenas, pobres e/ou do campo. E persistem problemas de qualidade nas condições de oferta, infraestrutura, na formação e valorização dos profissionais que atuam nesse segmento, considerando condições de trabalho e salário justo (CAMPANHA, 2019; BRASIL, 2019; SANTOS, 2020c; PINTO; BIANCA, 2020).

A partir do exposto, a presente investigação teve como objetivo analisar o perfil e evolução dos gastos, bem como a trajetória do atendimento em EI, no estado do Tocantins, no recorte temporal de 2007 a 2018³. Período marcado pela criação de dispositivos legais que impactam diretamente na oferta da EI, como Fundeb, a Emenda Constitucional (EC) nº 59 de 2009 e a Lei nº 12.796, de 4 de abril de 2013, que determinou a extensão da obrigatoriedade da educação para a faixa de 4 aos 17 anos de idade; e, a Lei nº 13.005 de 2014, que criou o Plano Nacional de Educação (PNE) (2014-2024) e reafirmou o compromisso do país com a universalização da pré-escola e a ampliação do atendimento em creche em 50% até 2024 (SANTOS; 2020c).

Tais dispositivos ampliam e impõem responsabilidades aos municípios quanto à oferta da EI, bem como tendem a revelar os desafios da política de fundo no processo de redistribuição e descentralização de recursos para EB. Uma vez que, a EI possui o custo mais elevado dentro das etapas educacionais e os municípios, entes federados com a responsabilidade prioritária, pelo provimento da EI, em geral, possuem menor capacidade arrecadatória e financeira. Aspectos apontados por Martins (2010; 2013) e Pinto (2014; 2018).

II. METODOLOGIA

Do ponto de vista metodológico optamos por uma abordagem de natureza quanti-qualitativa, tendo o estudo de caso como estratégia de investigação e a análise documental como técnica de pesquisa. Utilizamos como recorte temporal para a pesquisa os anos de 2007 a 2018, considerando o ano de criação do Fundeb e o ano em que esse fundo completou 11 anos de sua implementação no contexto da sociedade brasileira.

A produção dos dados se deu por meio da pesquisa em relatórios e documentos oficiais, disponíveis em sites como: do Sistema de Informações sobre Orçamento Público

³Uma versão dessa pesquisa foi apresentada no VIII Encontro da Associação Nacional de Pesquisa em Financiamento da Educação (FINEDUCA) em 2020 e na 3ª Reunião Científica da ANPEd-Norte (Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação) em 2021.

em Educação (Siope), do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - (Inep) e do Instituto Brasileiro de Geografia (IBGE), bem como nos sites e relatórios das Secretarias de Educação e do Planejamento do Tocantins.

O estudo objetivou investigar a evolução dos gastos e a trajetória da oferta em Educação Infantil, no estado do Tocantins, considerando diferentes municípios. Para isso, foram necessárias a realização de uma caracterização e uma contextualização deste estado com objetivo de construir um desenho aproximado da realidade investigada que permitisse alcançar uma ampla compreensão e análise das determinações que envolvem os indicadores sociais, econômicos e educacionais. Foi preciso realizar uma averiguação e compreensão do movimento dos indicadores de atendimento por meio da trajetória das matrículas, da população de 0 a 5 anos de idade, do quantitativo docente e quantidade de unidades de atendimento. Foi necessário, ainda, verificar os indicadores de investimento por meio dos percentuais de gasto com Manutenção e Desenvolvimento do Ensino (MDE) aplicados na EI; percentuais de gasto com Fundeb aplicados na EI; percentuais de gasto com a Subfunção EI (365); e o gasto por aluno nessa etapa educacional.

Para uma análise mais detalhada do financiamento da evolução dos gastos e a trajetória da oferta em Educação Infantil (EI), no estado do Tocantins, escolhemos uma amostra de 40 municípios mais populosos do estado. Um percentual de 29% do total de 139. Os resultados foram analisados à luz do método dialético, que sugere partir do fenômeno dado, capturar seu movimento, determinações e contradições para, em seguida, compreender a realidade concreta.

III. RESULTADOS

➤ Quanto à caracterização e contextualização do estado do Tocantins

O Tocantins tornou-se um Estado da Federação em 1988 e deu seus primeiros passos como um ente federado autônomo na década de 1990, contexto marcado por reformas políticas, econômicas, sociais e educacionais. De forte atuação de organismos e agências internacionais, sobretudo, como o Banco Mundial, FMI, OCDE e UNESCO, mas também, um contexto de lutas e disputas de diferentes forças sociais e políticas em prol do direito à educação e a Educação Infantil, haja vista, a promulgação da Constituição Federal de 1988 e seus desdobramentos, a exemplo do Estatuto da Criança e do Adolescente, em 1990; da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, de 1996; e da criação do Fundef.

Trata-se de uma região marcada por especificidades e desigualdades, no que diz respeito aos indicadores populacionais, econômicos e sociais. Em 2018, por exemplo, 79% dos municípios possuíam até 10 mil habitantes e destes 62,73% possuíam até 5.000 pessoas. Apenas 2 possuíam população entre 50.001 a 100. 000 e dois possuíam mais de 100 mil habitantes, Palmas (299.127) e Araguaína (180. 470) (IBGE/ SEPLAN/TO,2019).

Os dados apontaram que apenas cinco municípios (Palmas com R\$ 8.246.273, Araguaína com R\$ 4.013.612, Porto Nacional com R\$ 2.627.604, Gurupi com R\$ 2.155.992 e Paraíso do Tocantins com R\$ 1.196.353) tiveram participação de mais de 53% no PIB do estado, o equivalente a R\$18,238,834 bilhões, em 2017. Enquanto que os municípios São Félix (PIB, de R\$ 18.405), Rio Conceição (R\$ 18.994) Oliveira de Fátima (R\$ 19.566), Taipas do Tocantins R\$21.910 e Lavandeira (R\$ 23.627), apresentaram uma participação de 0,3% no total do PIB do estado. (IBGE/ SEPLAN/TO,2019).

Quando analisamos os 20 maiores PIB e os 20 menores PIB do estado identificamos que 14,3% dos municípios são responsáveis por 75% de todo o PIB,

concentra mais de 62% de toda população habitam nessas cidades. Isso quer dizer que os outros 119 municípios são responsáveis por apenas 25% do restante do PIB. Quando analisamos os 20 menores PIB constatamos que esses são responsáveis apenas por 1.6% de todo o PIB da região do Tocantins. Aproximadamente 3% da população do estado habita nesses 20 municípios menores. Entre os 20 municípios com os maiores PIB *per capita*, 7 têm mais de 10 mil habitantes, entre eles estão Porto Nacional com População de 53.010 e PIB *per capita* de R\$ 49.738,85 e Palmas, capital do estado, com população 299.127 e PIB *per capita* de R\$ 28974,17. Vale observar que 10 desses municípios têm menos de 5 mil habitantes.

➤ Quanto aos indicadores de atendimento na Educação Infantil

O estado vem reduzindo sistematicamente o número de escolas. Entre os anos de 2007 a 2018, foram fechadas 433 unidades escolares. Ocorreu, também, uma redução do número de matrículas no EF, no Ensino Médio e na EJA e um aumento da matrícula na Educação Profissional e na EI, principalmente, no segmento de 0 a 3 anos de idade.

Entre 2007 e 2018, houve um crescimento no número de estabelecimentos de EI, inclusive a construção de 83 novas creches pelo Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil (Proinfância); e um aumento na quantidade e na qualificação do quadro docente do segmento. Em 2007, por exemplo, 576 professores da EI tinham o ensino superior em licenciatura, desses 105 tinham especialização e 996 o Normal Superior. Apenas 44 possuíam o EF. Em 2018, 1.774 docentes tinham o ensino superior com licenciatura e, desses, 890 tinham especialização, 744 tinham o Normal superior e 15 possuíam o EF. (BRASIL, 2020).

A oferta de escolas privadas de Educação Infantil teve um avanço, sobretudo na rede privada não conveniada com fins lucrativos. A matrícula na rede conveniada sem fins lucrativos se mostrou pouco expressiva. A pesquisa revelou que, em 2006, dos 139 municípios do Tocantins, 56 não atendiam no segmento creche pública e desses, 36 ofereciam vagas em instituições privadas. Em 2018, 25 municípios ainda não ofertavam vagas na EI e 30 atendiam apenas na rede privada.

As matrículas no Tocantins seguem uma trajetória semelhante ao comportamento das matrículas da EB no âmbito nacional. Constatamos, por exemplo, uma diminuição nas matrículas da rede pública com maior impacto na rede estadual e um crescimento importante no setor privado. Foi possível verificar também uma redução da matrícula no EF, em 12,34%, no período em análise, e uma evolução constante do atendimento na EI e na educação profissional. A EI aumentou em 26.480 novas matrículas, passando de 38.706, em 2007, para 65.186 em 2018. A Educação profissional saltou de 3.132, 2007, para 15.483, em 2018.

No caso da EI o crescimento tem sido alavancado pela expansão do atendimento educacional das crianças de 0 a 3 anos de idade que tem apresentado maior crescimento no número de matrículas nos últimos anos. Um aspecto a ser lembrado e que pode explicar tal fenômeno foi a aprovação das Leis nº 11.114, de 16 de maio de 2005, nº 11.274, de 2006 e a EC 53/2006, que alteraram o Ensino Fundamental para 9 anos e, com isso, reduziu a faixa etária da pré-escola que passou a ser de 4 e 5 anos de idade e não mais de 4 a 6 anos. Esse aspecto teve um impacto direto nas matrículas da pré-escola, o que poderia explicar a redução do número de estabelecimentos desse segmento. Contudo, apesar dos avanços nas matrículas na EI, de acordo com dados do TC Educa, em 2018, o Tocantins possuía uma população de 151.470 crianças com faixa etária de 0 a 5 anos,

porém 93.748 mil crianças de 0 a 5 anos estavam fora da escola de EI, dessas, mais de 77 mil eram de crianças de 0 a 3 anos.

➤ Quanto aos indicadores de investimento na EI no Tocantins

No que se refere à evolução dos recursos para Educação Básica, entre os anos de 2007 a 2018 percebemos que houve uma evolução considerável dos recursos aplicados com a Função Educação, da receita do Fundeb. A Função Educação teve um aumento de R\$777.200.763,15, entre os anos de 2007 e 2018. No caso do Fundeb, os recursos passaram de R\$284.390.421,87, em 2007, para R\$758.813.488,86, em 2018. Todavia, a elevação dos valores aplicados na educação não representou crescimento nos percentuais dos gastos com MDE, o que sugere que não houve um aumento real do esforço do estado com o investimento na Educação Básica, por conseguinte, na Educação Infantil.

Considerando o período analisado, também aconteceu uma evolução e uma elevação dos recursos públicos para a EI, tanto em relação ao percentual dos gastos com a Função 365, quanto dos percentuais dos gastos em MDE e do Fundeb com a EI. Entretanto, a evolução do investimento não se expressa de forma significativa na evolução dos recursos em MDE aplicados na EI, pois o percentual dos gastos com a EI, em comparação com os gastos totais em educação, são ínfimos. O mesmo aconteceu com o percentual dos gastos do Fundeb e da Função Educação, direcionados a EI, em comparação aos gastos dessas fontes aplicados com o EF. Além disso, os gastos por alunos da maioria dos municípios não chegaram próximo do mínimo/ano definido pelo CAQi em 2005, que foi de (R\$ 3.783,00/creche) e se compararmos com os valores de 2015 (CAQi/R\$10.005,59/creche) concluiremos que o gasto por aluno/ano da EI nos municípios do Tocantins precisa aumentar, tanto para garantir a expansão, quanto para assegurar a qualidade no atendimento.

IV. ANÁLISE

Foi importante verificar que dos 40 municípios selecionados para uma análise mais aproximada, os 10 maiores em população foram os que apresentaram maior evolução quantitativa no número de matrículas e no registro de aplicação dos recursos; 11 desses 40 municípios, apresentaram decréscimo e tiveram perda de matrículas. Até 2010, 19 deles não registraram gasto por aluno/ano na EI. Outros 8 municípios aplicaram entre R\$40 a R\$250 e apenas 8 aplicaram mais de R\$1.000 mil. Os dados revelaram que, em 2010, ano da implementação integral do Fundeb, o Tocantins e os municípios analisados não gastaram o valor mínimo/ano na EI.

Em 2018, apenas 11 municípios teriam aplicado um valor inferior ao mínimo nacional, 8 teriam aplicado o valor próximo e os demais (21) teriam aplicado acima de 3 mil reais. É válido notar que dos municípios que apresentaram decréscimo nas matrículas, apenas os 4 primeiros tinham mais de 1 mil, 5 possuíam entre 500 e 1000 matrículas. Os demais registraram abaixo de 500 matrículas. Além disso, apesar da elevação dos gastos, os valores gastos por aluno/criança de 21 dos municípios não chegaram próximos do mínimo/ano definido pelo CAQi em 2015, que foi de R\$10.005,59/creche.

Os dados apontaram uma certa desigualdade nas condições de oferta e de gastos com a EI. Foi possível observar que, dos 40 municípios, 10 continham mais de 20 mil habitantes, sendo que, desses, apenas 5 possuíam mais de 50 mil. Os demais tinham entre 8 e 18 mil e, desses, 13 municípios apresentaram menos de 10 mil. O primeiro da lista, Palmas, possuía 299.127 mil habitantes, e o último, Monte do Carmo, possuía pouco mais de 7.900 mil. Em 2019, os que habitavam nesses 40 municípios correspondiam a 1.171.773 de pessoas, mais de 75% da população do Estado. Juntas, essas cidades foram

responsáveis por 80% do PIB do Tocantins, que, em valores de 2017, correspondeu a R\$ 27,06 bilhões. No mesmo ano, o PIB de todo estado atingiu R\$ 34,10 bilhões. Vale lembrar que, como já apontado neste texto, em 2017, 5 dessas cidades, sozinhas, eram responsáveis por mais de 53% do PIB, e 20 (14,3%) dos municípios foram responsáveis por 75% de todo o PIB do Tocantins, daquele ano. Já os 20 menores PIB foram responsáveis por apenas 1,6% de todo o PIB do Tocantins. Outro aspecto importante é que a soma dos recursos do Fundeb desses 40 municípios, em 2018, correspondeu a R\$ 630.295.91.

Os critérios que orientam o financiamento da educação partem de padrões que não levam em consideração as disparidades entre Municípios e Estados e como elas afetam as políticas sociais e seu financiamento (MARTINS, 2010; CARA, 2012). Os municípios, por exemplos, são os entes federados com a responsabilidade, prioritária, pelo provimento da EI, porém possuem menor capacidade arrecadatória e financeira (PINTO, 2014), além disso, muitos municípios têm entre suas principais receitas as transferências vinculadas aos programas de saúde, especificamente do Sistema Único de Saúde (SUS), e da educação, principalmente do Fundeb e do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) (PINTO, 2014; MARTINS, 2010). Por essa razão Guimarães e Pinto (2001) já tinha apontado que “não é possível discutir financiamento da EI sem levar em conta as finanças dos municípios [...]” pois os valores disponíveis por aluno para esses entes federados são imprescindíveis para propiciar ampliação do atendimento e a consolidação de uma rede de EI com qualidade. (GUIMARÃES; PINTO, 2001, p.103).

Nessa direção o Federalismo brasileiro é um aspecto central e relevante para pensar o financiamento da educação no país, pois como instituído acaba por acentuar e manter as desigualdades, em vez de corrigi-las.

V. CONCLUSÃO

O estudo nos permite uma compreensão da receita pública e do padrão do gasto com educação dos municípios estudados, particularmente, do atendimento na EI, no Estado do Tocantins, como também uma compreensão dos limites, avanços e desafios da educação num contexto de democratização da educação e de descentralização de políticas educacionais, de expansão do atendimento da EI e da política de redistribuição dos recursos, dentro de um pacto federativo que desconsidera as desigualdades nas condições de oferta e o custo real de cada segmento.

Possibilitou observar que, apesar do aumento das matrículas e da presença de mais recursos para EI, as taxas de atendimento educacional da população de 0 a 5 anos de idade ainda é muito baixa. O gasto por aluno/ano da EI nos municípios do Tocantins precisa aumentar, tanto para garantir a expansão, quanto para assegurar a qualidade no atendimento. Além disso, existe uma expressiva desigualdade econômica, considerando PIB e o PIB *per capita*, social e educacional que interfere diretamente nas condições de atendimento, seja no que se refere a quantidade, seja em relação a qualidade da oferta.

Desse modo, tanto é preciso ampliar os recursos para o provimento dessa etapa da educação para assegurar a ampliação da taxa de atendimento, quanto é preciso rever a política redistributiva do Fundeb. A garantia do direito da EI, de expansão e de melhoria da qualidade desse atendimento está diretamente ligada à quantidade de recursos públicos que são direcionados para seu financiamento, por conseguinte da capacidade que os entes municipais têm de financiar o atendimento. Tais aspectos fortalecem que é preciso discutir o federalismo e o financiamento da EI, como possibilidade para pensar sobre os desafios do financiamento e a oferta da EI em condições adversas.

VI. REFERÊNCIAS

- ARELARO, Lisete; GIL Juca. Políticas de Fundos em Educação: duas posições. In: DIDONET, Vidal; LIMA, Maria José Rocha. **FUNDEB: Avanços na universalização da educação básica**. Brasília: Inep, 2006. p. 105-115.
- ARAÚJO, Luiz. Insuficiente, mas necessário! In: DIDONET, Vidal; LIMA, Maria José Rocha. **FUNDEB: Avanços na universalização da Educação Básica**. Brasília: Inep, 2006. p. 105-115.
- BRASIL, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Resumo Técnico: Censo da Educação Básica 2018**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2019. 66 p.
- Campanha Nacional pelo Direito à Educação. Plano Nacional de Educação: 5 anos de Descumprimento. Análise da execução dos artigos, metas e estratégias da Lei nº 13.005/2014. **Relatório metas e estratégias do Plano Nacional de Educação**. 2019
- CAMPOS, Maria Malta. Atendimento à infância na década de 80: as políticas federais de financiamento. In: **Cadernos de Pesquisas** nº 82. São Paulo: Fundação Carlos Chagas, agosto de 1992, p. 5- 20.
- CARA, Daniel. Municípios no pacto federativo Fragilidades sobrepostas. **Revista Retratos da Escola**, Brasília, v. 6, n. 10, p. 255-273, jan./jun. 2012.
- CARREIRA, Denise; PINTO, José Marcelino Rezende. **Custo aluno-qualidade inicial: rumo à educação pública de qualidade**. São Paulo: Global, 2007.
- FRANCO, Maria Ciavatta. **Da assistência educativa à educação assistencializada: um estudo de caracterização e custos de atendimento a crianças pobres de 0 a 6 anos de idade**. Brasília: INEP, 1988
- GOMES, Cândido Alberto. Financiamento e custos da educação infantil ou a quebra da corda no lado mais fraco. In: COELHO, Rita de Cássia e BARRETO, Ângela Rabelo (Orgs.). **Financiamento da Educação Infantil: Perspectivas em Debate**. Brasília: UNESCO Brasil, 2004.
- GUIMARÃES, J. L.; PINTO, J. M. R. A demanda pela educação infantil e os recursos disponíveis para o seu financiamento. **Em Aberto**, Brasília: v. 18, n. 74, p. 92-105, dez. 2001.
- IBGE, **Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira: 2020** /IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. - Rio de Janeiro, 2020p.
- MARTINS, Paulo de Sena. O financiamento da educação básica como política pública. **Revista Brasileira de Política e Administração da Educação**, Porto Alegre, v. 26, n. 3, pág. 497-514, set / dez. 2010.
- MARTINS, Paulo de Sena. **Fundeb, Federalismo e Regime de Colaboração**. Campinas - SP: Autores Associados, 2013.
- PINTO, José Marcelino Rezende. A recente política de financiamento do financiamento da educação e seus reflexos no pacto federal. **Educação e Sociedade, Campinas**, v. 28, n. 100, pág. 877-898, out. 2007
- PINTO, José Marcelino Rezende. Federalismo, descentralização e planejamento educacional: desafios para os municípios. **Cadernos de Pesquisa** v.44 n.153 p.624-644 jul./set. 2014.

PINTO, José Marcelino de Rezende. Financiando a educação na Constituição Federal de 1988: 30 anos de mobilização social. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 39, no. 145, p.846-869, out.-dez. 2018

PINTO, José Marcelino de Rezende; CORREA, Bianca Cristina. Educação infantil e a política de fundos: como tem caminhado essa etapa educacional, em especial com a aprovação do Fundeb? **FINEDUCA – Revista de Financiamento da Educação**, v. 10, n. 24, 2020.

SANTOS, Joedson Brito dos. Financiamento da Educação Infantil no Tocantins: um perfil do gasto e as condições de oferta da educação infantil em diferentes municípios. In: VIII Encontro da Associação Nacional de Pesquisa em Financiamento da Educação (FINEDUCA). **Anais FINEDUCA**, Ano VIII – 2020a. V. p. 36-40.

SANTOS, Joedson Brito dos. Um levantamento sobre a produção de conhecimento no financiamento da educação infantil. **Research, Society and Development**, 9 (11), e92591110625. 2020b.

SANTOS, Joedson Brito dos. Expansão, qualidade e financiamento da educação infantil: avanços, retrocessos e desafios. **IOSR Journal of Research & Method in Education** (IOSR-JRME) e-ISSN: 2320–7388, p- ISSN: 2320-737x Volume 10, Issue 6 Ser .V (Nov. - Dez.), pp 03-11.2020c.

SANTOS, Joedson Brito dos; SOUSA JUNIOR, Luiz. O financiamento da Educação Infantil após 30 anos da Constituição Federal de 1988: avanços, contradições e desafios. **Debatendo Educação e Políticas**, v. 07, p. 263-288, 2018.

SANTOS, Joedson Brito dos. Financiamento da Educação Infantil no Tocantins: perfil do gasto e condições de oferta. In: 3ª Reunião Científica da ANPED-Norte. Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação. 2021. **Anais ANPED-Norte**. Palmas-To. 2021. v.1p 1-6.

VII. COPYRIGHT

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

Área: Ciências Exatas e Engenharias

3-4	MODELAGEM EM ESPAÇO DE ESTADOS APLICADO A FONTE Δ DE IMPEDÂNCIA MODELING IN STATE SPACE APPLIED TO Δ-SOURCE IMPEDANCE Guilherme Almeida Pessoa; Newton da Silva
3-8	ANÁLISE COMPARATIVA DO RISCO ERGONÔMICO NO ENSINO PRESENCIAL E REMOTO EM DISCENTES DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO COMPARATIVE ANALYSIS OF ERGONOMIC RISK IN PRESENTIAL AND REMOTE TEACHING IN STUDENTS OF THE PRODUCTION ENGINEERING COURSE Glicia Maria Barbosa; Hebert Roberto da Silva; Larissa Beatriz Fonseca Tavares

MODELAGEM EM ESPAÇO DE ESTADOS APLICADO A FONTE Δ DE IMPEDÂNCIA

MODELING IN STATE SPACE APPLIED TO Δ -SOURCE IMPEDANCE

Guilherme Almeida Pessoa¹

Newton da Silva²

Resumo – O presente artigo aborda uma das possíveis modelagens da Fonte Δ de Impedância utilizando a técnica de espaço de estados médios, o modelo aqui obtido não é disponível na literatura até o momento. A técnica usada obtém o modelo matemático médio do circuito e a função de transferência. Usa-se na técnica a corrente de magnetização do indutor acoplado para-se obter um modelo simplificado. A validação do modelo é feita por simulação no software PSIM. Se apresenta neste artigo o diagrama de Bode e um projeto de controle em malha fechada para a Fonte Δ de Impedância, sobre essas simulações e o modelo, são feitas observações do funcionamento do conversor e se avalia que o modelo matemático obtido apresenta o mesmo comportamento do circuito simulado.

Palavras-chave: Fonte de Impedância. Fase não Mínima. Indutor Acoplado. Inversor.

Abstract - This article addresses one of the possible models of the Δ Source Impedance using the mean state space technique, the model obtained here is not available in the literature so far. The technique used obtains the average mathematical model of the circuit and the transfer function. The magnetizing current of the coupled inductor is used in the technique to obtain a simplified model. Model validation is performed by simulation in PSIM software. This article presents the Bode diagram and a closed loop control project for the Δ Source Impedance, on these simulations and the model, observations are made of the converter operation and it is evaluated that the mathematical model obtained presents the same behavior as the simulated circuit.

Keywords: Source Impedance. Non-Minimum-Phase. Coupled Inductor. Inverter.

¹ Mestrando em Engenharia Elétrica, na Universidade Estadual de Londrina – UEL. Contato: guilherme.almeida.pessoa@uel.br.

² Orientador, Doutor em Engenharia Elétrica pela Unicamp. Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina e Engenheiro Eletricista pela Universidade Federal de Santa Maria. Professor da Universidade Estadual de Londrina. Contato: newton.silva@uel.br.

I. INTRODUÇÃO

Peng (2003) propôs a primeira fonte de impedância a Fonte Z. Com essa nova topologia, Peng (2003) permitia que inversores trifásicos tradicionais operassem como elevadores de tensão e também tornava os inversores resilientes a curto-circuito de braço. Essas melhorias são feitas ao adicionar a Fonte Z entre o inversor e a fonte de alimentação além da utilização de uma modulação adequada para esse circuito como pode ser observado nos artigos de revisão sobre modulação: (ABDELHAKIM; BLAABJERG; MATTAVELLI, 2018a), (ABDELHAKIM; BLAABJERG; MATTAVELLI, 2018b). Da primeira aplicação com inversores a Fonte Z também se obtiveram outros usos para as fontes de impedância como conversores c.c.-c.c, conversores c.a.-c.c. e conversores c.a.-c.a. essas novas aplicações podem ser vistas nos artigos: (FOROUZESH *et al*, 2017), (PADHEE; PATI; MAHAPATRA, 2018) e (ZHANG *et al.*, 2018). O novo campo de estudo com fontes de impedância motivou a criação de novas topologias, que de alguma forma, alteravam seu funcionamento, como pode ser observado nos artigos: (HUSEV; SHULTS; VINNIKOV, 2019) e também a busca por aplicações, por exemplo, em carros elétricos (MANDE; TROVÃO; TA, 2020). Para uma visão mais geral das topologias das fontes de impedância o leitor pode consultar os artigos de revisão: (SIWAKOTI *et al.*, 2015a), (SIWAKOTI *et al.*, 2015b), (REDDIVARI; JENA, 2021).

Umas das novas topologias criadas é a Fonte Δ de Impedância (HAKEMI; SANATKAR-CHAYJANI; MONFARED, 2017). Essa topologia possui as seguintes vantagens: Número reduzido de componentes, alto ganho para um pequeno valor de razão cíclica devido ao indutor acoplado e também possui baixa corrente de magnetização se comparada a outras topologias que utilizam indutor acoplado.

O estudo das fontes de impedância vem se concentrado na criação de novas topologias. Outros estudos como o apresentado no artigo de Kong, Wong e Lam (2020) sobre elementos parasitas e não idealidades ainda é pouco abordado. Uma dessas áreas pouco abordada é a modelagem das fontes de impedância, salvo algumas exceções como do artigo Rezazadeh *et al.* (2021).

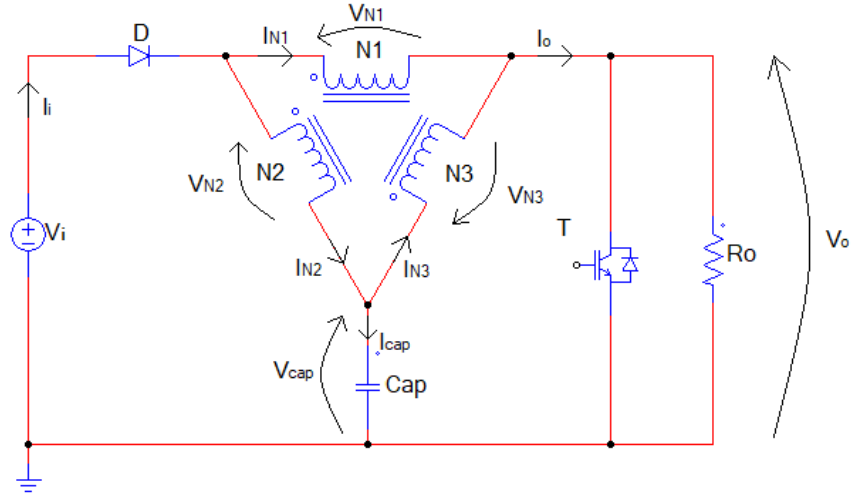
O foco do presente artigo é obter o modelo matemático da Fonte Δ de Impedância, que ainda é pouco abordado na literatura até esta publicação. Com a função de transferência do modelo é possível inferir o comportamento da topologia, como número de polos e zeros, defasagem de fase, frequência de corte, entre outras características. Conhecendo o comportamento da Fonte Δ de Impedância pode-se, por exemplo, projetar e selecionar o tipo de controle adequado.

II. METODOLOGIA

Para a obtenção do modelo da Fonte Δ de Impedância é necessário conhecer a topologia e também a técnica de espaço de estados médios, e em seguida aplicá-la para obter o modelo.

A Fonte Δ de Impedância foi proposta por Hakemi (2017), sua configuração está presente na Figura 1. O circuito é composto pelos seguintes componentes: Um indutor acoplado de 3 enrolamentos dispostos em uma forma de delta, que dá nome à topologia. Para qual V_{N1} , V_{N2} e V_{N3} são as tensões sobre os enrolamentos e I_1 , I_2 e I_3 as correntes. Uma fonte de tensão V_i . Um capacitor com a tensão nomeada como V_{cap} . Um transistor T, um diodo D e também uma carga de saída R_O , com a tensão sobre ele denominada V_O .

Figura 1 – Fonte Δ de Impedância



Fonte: Autores, 2022.

De acordo com Hakemi (2017), o funcionamento da Fonte Δ de Impedância segue o mesmo princípio das outras fontes de impedância. Existem duas etapas de funcionamento. Na primeira etapa a chave T é acionada e o diodo D é bloqueado. As correntes fluem carregando o indutor acoplado e descarregando o capacitor. Na segunda etapa a chave T é bloqueada e o diodo D conduz, fluindo corrente da fonte de tensão V_i para o indutor acoplado que carrega o capacitor e também injeta corrente na carga R_o . O artigo de Hakemi (2017) também aborda 3 equações importantes. A equação (1) para o cálculo do valor da tensão média no capacitor, relevante, pois está correlacionado com os demais valores de tensões, como a dedução da equação (2), referente ao valor da tensão V_o sobre a carga R_o durante a segunda etapa. A equação (3) define a corrente de magnetização do indutor acoplado. Como a Fonte Δ de Impedância opera com um indutor acoplado de 3 enrolamentos, a corrente que circula por cada enrolamento interfere nos demais. Desta forma, a equação (3) simplifica o funcionamento do indutor acoplado ao unificar as 3 correntes em uma só, denominada I_{mag} . Essa unificação se dá pela contribuição de cada corrente para o fluxo magnético total do indutor. Nas equações (1) e (2) a seguir d é a razão cíclica.

$$V_{cap} = V_i \cdot \frac{N3 \cdot (1 - d)}{N3 - N1 \cdot d} \quad (1)$$

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{1}{1 - \frac{N1}{N3} \cdot d} \quad (2)$$

$$N1 \cdot I_{mag} = N1 \cdot I_1 + N2 \cdot I_2 + N3 \cdot I_3 \quad (3)$$

Para modelar a Fonte Δ de Impedância será utilizada a técnica de espaço de estados médios (MIDDLEBROOK; CUK, 1976), (CUK; MIDDLEBROOK, 2015). Nessa técnica cada etapa de funcionamento do conversor chaveado é modelado em um espaço de estados como o apresentado nas equações (4) e (5). Para isso existem n matrizes A_n , B_n e C_n , associadas a cada etapa. Para a modelagem é utilizado os valores médios da corrente do indutor e tensão do capacitor como variáveis de estado.

No desenvolvimento da técnica se separa as componentes em contínua e alternada obtendo duas importantes equações: A equação (6) que é utilizada para se obter o valor médio e a equação (7) que é a função de transferência de uma perturbação na entrada, no caso a razão cíclica d . As matrizes A , B e C sem índice são obtidas pela média das demais matriz com índice correspondente e ponderadas pela razão cíclica.

$$X' = A_n \cdot X + B_n \cdot V_i \quad (4)$$

$$Y_o = C_n \cdot X \quad (5)$$

$$\frac{\bar{Y}_o}{V_i} = -C \cdot A^{-1} \cdot B \quad (6)$$

$$\frac{\hat{y}_o}{\hat{d}} = C \cdot [s \cdot I - A]^{-1} \cdot [(A_1 - A_2) \cdot \bar{X} + (B_1 - B_2) \cdot V_i] + (C_1 - C_2) \cdot \bar{X} \quad (7)$$

Na aplicação da técnica de Middlebrook e Cuk (1976), Cuk e Middlebrook (2015) primeiro se deduz as matrizes do espaço de estados. Como na Fonte Δ de Impedância há duas etapas de funcionamento, serão dois conjuntos de matrizes. Também é necessário definir as variáveis de estado, comumente se utiliza a tensão do capacitor e corrente do indutor para isso. Porém no caso da Fonte Δ há um indutor acoplado de 3 enrolamentos, neste artigo será utilizado a corrente de magnetização. Esta abordagem simplifica o modelo ao reduzindo de 4 para 2 o número de variáveis de estado.

Para implementar do uso da corrente de magnetização como descrito na equação (9), devem ser definidas uma tensão V_{mag} e uma indutância de magnetização L_{mag} . As equações (10) e (11) estabelecem as relações das demais variáveis do indutor acoplado em relação à tensão V_{mag} e a indutância L_{mag} . A equação (8) é uma notação simplificada das relações de espiras do indutor acoplado utilizada durante o artigo.

$$\frac{N2}{N1} = a_{2.1} \text{ e } \frac{N3}{N1} = a_{3.1} \text{ e } 1 = a_{2.1} + a_{3.1} \quad (8)$$

$$I_{mag} = I_1 + a_{2.1} \cdot I_2 + a_{3.1} \cdot I_3 \quad (9)$$

$$V_{mag} = V_{N1} = \frac{V_{N2}}{a_{2.1}} = \frac{V_{N3}}{a_{3.1}} \quad (10)$$

$$V_{mag} = I'_{mag} \cdot L_{mag} \quad (11)$$

Com as equações (8), (9), (10) e (11), constroem-se o espaço de estados das duas etapas de funcionamento da Fonte Δ de Impedância, apresentadas nas equações (12) e (13).

$$\begin{bmatrix} I'_{mag} \\ V'_{cap} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \frac{1}{L_{mag} \cdot a_{3.1}} \\ -1 & 0 \\ \frac{1}{C_{cap} \cdot a_{3.1}} & \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I'_{mag} \\ V'_{cap} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \cdot V_i \quad (12)$$

$$\begin{bmatrix} I'_{mag} \\ V'_{cap} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \frac{-1}{L_{mag} \cdot a_{2.1}} \\ 1 & \frac{-1}{R_0 \cdot C_{cap} \cdot a_{2.1}^2} \\ \frac{1}{C_{cap} \cdot a_{2.1}} & \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I'_{mag} \\ V'_{cap} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{L_{mag} \cdot a_{2.1}} \\ \frac{1}{R_0 \cdot C_{cap} \cdot a_{2.1}^2} \end{bmatrix} \cdot V_i \quad (13)$$

Das equações (12) e (13), obtém-se as matrizes médias A e B. Na técnica de modelagem é necessário conhecer os valores médios das variáveis de estado, no caso o valor médio da tensão no capacitor V_{cap} e o valor médio da corrente I_{mag} . Para isso, basta utilizar a equação (6) com uma matriz C adequada. No caso para a tensão V_{cap} utiliza-se a matriz $C = [0 \ 1]$ e para a corrente I_{mag} a matriz $C = [1 \ 0]$. Os resultados são as equações (14) para a tensão média do capacitor e (15) para a corrente média de magnetização.

$$\frac{V_{cap}}{V_i} = \frac{a_{3.1} \cdot (1-d)}{(a_{3.1}-d)} \quad (14)$$

$$\frac{I_{mag}}{V_i} = \left(\frac{a_{3.1}}{(a_{3.1}-d)} \right)^2 \cdot \frac{(1-d)}{R_0} \quad (15)$$

Observa-se que a equação (14) é a mesma da equação (1) do artigo de Hakemi (2017). Desta forma a modelagem está coerente com o artigo que propôs a Fonte Δ de Impedância, indicando que a mesma até este ponto está correta.

A função de transferência da Fonte Δ de Impedância é obtida através da equação (7), para isso se utiliza as matrizes de estado das equações (12) e (13) e os valores médios das variáveis de estado das equações (14) e (15).

A função de transferência da Fonte Δ é apresentada na equação (16), observe que foi utilizado os valores $[0 \ 1]$ para a matriz C, obtendo deste modo a relação $V_{cap}(s) / d(s)$. Os motivos de se utilizar esses valores na matriz C são: a tensão sobre o capacitor é a única que assume um valor contínuo, enquanto que as tensões sobre os enrolamentos do indutor acoplado são alternadas, com valor médio nulo e as tensões sobre a carga V_O e o diodo são pulsadas. O segundo motivo é que o valor médio da tensão de saída V_O possui o mesmo valor da tensão média no capacitor. Por tanto, controlar a tensão média no capacitor implica no controle do valor médio de V_O .

Analisando-se a equação (16) percebe-se a presença da razão cíclica ‘d’ na função. Isso indica a necessidade de se escolher um ponto de operação, e também que o valor da razão cíclica afeta as características do sistema, como por exemplo, o valor da frequência de corte. A equação (16) apresenta também um zero no semi-plano direito do plano complexo, o que torna o sistema do tipo fase não mínima, dificultando seu controle.

$$\frac{\widehat{V_{cap}}(s)}{\widehat{d}(s)} = V_i \cdot \frac{\left(\frac{a_{3.1} \cdot a_{2.1}}{(a_{3.1}-d)^2} - s \cdot \frac{L_{mag} \cdot a_{3.1}}{R_0} \cdot \left(\frac{a_{3.1} \cdot a_{2.1}}{(a_{3.1}-d)^2} \right)^2 \right)}{s^2 \cdot C_{cap} \cdot L_{mag} \cdot \left(\frac{a_{3.1} \cdot a_{2.1}}{(a_{3.1}-d)^2} \right)^2 + s \cdot \frac{L_{mag} \cdot (1-d)}{R_0} \cdot \left(\frac{a_{3.1} \cdot a_{2.1}}{(a_{3.1}-d)^2} \right)^2 + 1} \quad (16)$$

III. RESULTADOS

Para a validação do modelo desenvolvido será adotado o uso de simulações no ambiente do software PSIM. Dois tipos de simulações são utilizados: A resposta em frequência através do diagrama de Bode e a atuação do controle no sistema em malha fechada. Para os testes é necessário definir os parâmetros a serem utilizados, a Tabela 1 possui os valores para ambas as simulações. A escolha dos valores levou em conta aplicações comerciais e são abordados no próximo parágrafo.

Tabela 1 – Valores dos parâmetros para as simulações

Variável	Função	Valor	Unidades
V_i	Tensão de entrada	48	V
C_{cap}	Capacitância	840	uF
L_{mag}	Indutância de magnetização	4,2	mH
L_{d1}, L_{d2} e L_{d3}	Ind. de dispersão enr. 1, 2 e 3	1	nH
N1	Número de espiras enr. 1	48	-
N2	Número de espiras enr. 2	32	-
N3	Número de espiras enr. 3	16	-
R0	Resistência de carga	200	Ω
R1, R2 e R3	Resistência do enr. 1, 2 e 3	0.001	Ω
dst	Razão cíclica	0.253	-
f	Frequência de chaveamento	13,5	kHz
-	Tempo de interação da simulação	1	us

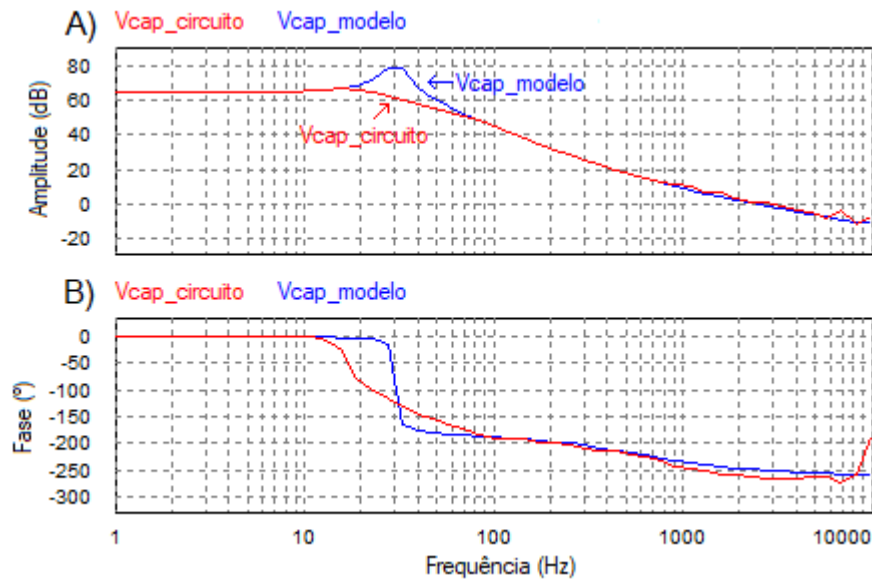
Fonte: Autores, 2022.

Na Tabela 1 o valor da fonte V_i da Figura 1 foi escolhido com base nos valores comerciais disponíveis de painéis solares e baterias. Os valores da capacitância e indutância de magnetização foram calculados com base em equações disponíveis no artigo de Hakemi (2017) assim como o número de espiras. Os valores de resistência série e indutância de dispersão do indutor acoplado escolhidos pelas limitações do ambiente de simulação. O valor da frequência de chaveamento escolhido com base em (HART, 2001) e a razão cíclica ajustada para obter 200 V na saída. Utilizando-se os dados da Tabela 1, se obtém a função de transferência da Fonte Δ que é apresentada na equação (17).

$$\frac{\widehat{V_{cap}}(s)}{\widehat{d}(s)} = 48 \cdot \frac{34,43 - s \cdot 8,335 \cdot 10^{-3}}{s^2 \cdot 2,7 \cdot 10^{-5} + s \cdot 2,712 \cdot 10^{-4} + 1} \quad (17)$$

A Figura 2 apresenta os dois gráficos do digrama de Bode plotados para a simulação do modelo matemático e do circuito elétrico. Observa-se que há uma sobreposição em ambos os gráficos das duas curvas, $V_{cap_circuito}$ do circuito elétrico e V_{cap_modelo} do modelo matemático. Essa sobreposição indica que ambos os sistemas se comportam da mesma forma. A única discordância significativa está próxima a 30 Hz, referente à frequência de corte do circuito. Neste valor para a Figura 2 A) há uma atenuação no circuito que não ocorre no modelo matemático. E na Figura 2 B), também em 30 Hz, ocorre uma mudança fase mais rápido no modelo do que no circuito. Observa-se também nos dois gráficos da Figura 2 uma leve discrepância entre o modelo e o circuito a partir da frequência de 6 kHz, isso se deve a maior influência da frequência de chaveamento do circuito que não é presente no modelo desenvolvido em espaço de estados médios.

Figura 2 – Diagrama de bode do circuito e do modelo



Fonte: Autores, 2022.

Na simulação do sistema em malha fechada, o controlador é projetado através do método do fator K (VENABLE, 1983) que defini 3 tipos de compensadores. Pelas características da Fonte Δ , já citados anteriormente, foi escolhido o compensador do tipo 3. Os dados para projetar o compensador são os da Tabela 1 e os gráficos de módulo e fase apresentados na Figura 2. Para o projeto, consideram-se os valores da frequência de corte e a margem de fase. Os demais parâmetros necessários para o projeto do compensador estão presentes na Tabela 2 e são consequência do método do fator K. O valor baixo da frequência de corte, 300 Hz, é devido às limitações impostas pelo comportamento da planta ao controle, como já comentado, o que limita um controle mais rápido.

Tabela 2 – Parâmetros utilizados no método do fator K para projetar o compensador

Variável	Valor
Ganho	0.0525
Margem de fase	30°
Fase circuito	-204°
α	144
K	39,8635
Frequência de corte	300 Hz

Fonte: Autores, 2022.

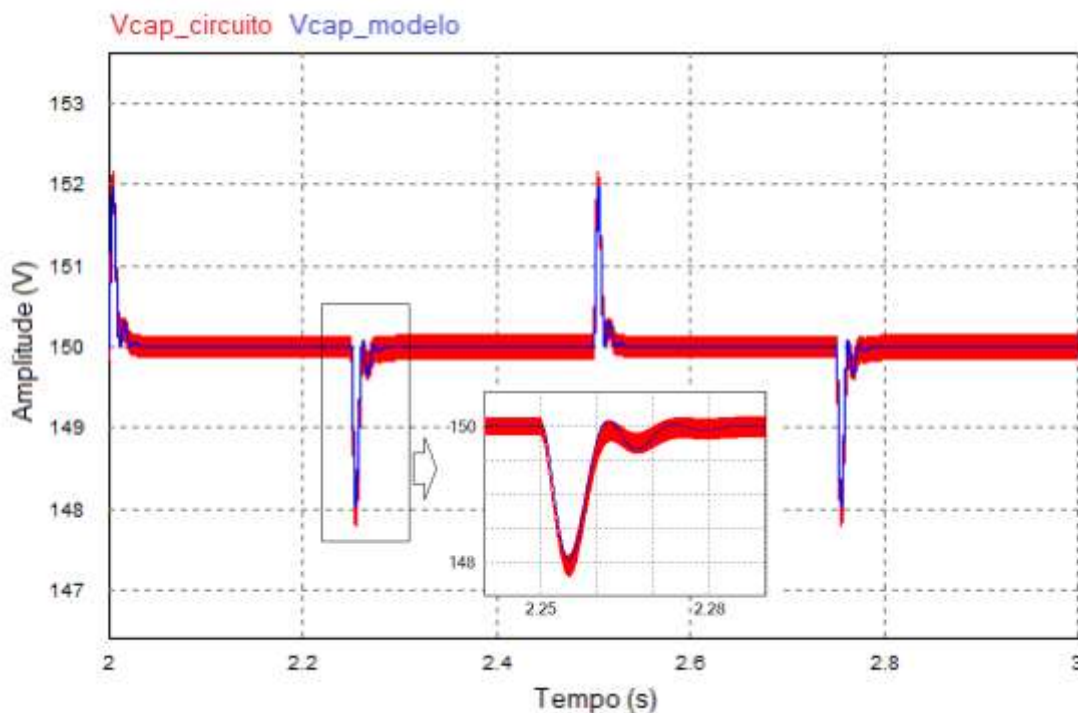
A função de transferência do compensador tipo 3 é apresentada equação (18).

$$G_{T3}(s) = \frac{s^2 \cdot 1,122 \cdot 10^{-5} + s \cdot 6,699 \cdot 10^{-3} + 1}{s^3 \cdot 7,134 \cdot 10^{-11} + s^2 \cdot 8,492 \cdot 10^{-7} + s \cdot 1,011 \cdot 10^{-2}} \quad (18)$$

A resposta do sistema a um degrau de carga de 10% é apresentada na Figura 3. Observa-se que o controle compensa a perturbação em ambos os sistemas, mantendo o valor da tensão no capacitor em 150 V, com um transitório de atuação de 30 ms. A Figura 3 também apresenta um destaque em relação ao transitório da tensão do capacitor, onde ambas as curvas estão sobrepostas. No caso em questão, o sinal do modelo não apresenta

oscilação por se tratar de valores médios. Ainda sobre o transitório, as duas formas de onda apresentam uma variação no valor da amplitude de ± 2 V, dependendo se o degrau é negativo, (aumento de carga) ou positivo (redução de carga). A duração 30 ms para a estabilização do valor da tensão é a mesma em ambos os sistemas.

Figura 3 – Resposta do controle aplicado ao circuito e ao modelo



Fonte: Autores, 2022.

IV. CONCLUSÃO

O modelo matemático desenvolvido neste trabalho, para a Fonte Δ de Impedância, é funcional segundo os dados obtidos nas simulações. A técnica de espaço de estados médios foi implementada utilizando apenas a corrente de magnetização do indutor acoplado, essa abordagem permitiu reduzir o número de variáveis de estado, tornando o modelo mais simples e fácil de se trabalhar. Do modelo obtido, informações relevantes sobre o comportamento da Fonte Δ de Impedância se tornaram conhecidos. O sistema possui um zero à direita do plano complexo, isso indica que o sistema é de fase não mínima. Como pode-se observado na Figura 2 a defasagem de fase do sistema pode chegar até 270 graus. Isso caracteriza o conversor como sendo de difícil controle. Mesmo com essas dificuldades, um controle em malha fechada foi implementado, indicando que é possível controlar o conversor.

Observa-se que também há trechos de discrepância entre o modelo e circuito. Como na ressonância da frequência de corte e próximo a frequência de chaveamento. Essas discrepâncias podem ser ignoradas, desde que, a frequência de atuação e projeto do controle não estejam sobre elas, desta forma evitando problemas. As possíveis linhas de continuação da pesquisa deste artigo podem abordar a modelagem de Fonte Δ de Impedância inserida em outros conversores, como inversores por exemplo, ou com a construção de um protótipo da topologia.

V. REFERÊNCIAS

- ABDELHAKIM, A.; BLAABJERG, F.; MATTAVELLI, P. Modulation Schemes of the Three-Phase Impedance Source Inverters-Part I: Classification and Review. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, v. 65, n. 8, p. 6309–6320, 2018a.
- ABDELHAKIM, A.; BLAABJERG, F.; MATTAVELLI, P. Modulation Schemes of the Three-Phase Impedance Source Inverters-Part II: Comparative Assessment. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, v. 65, n. 8, p. 6321–6332, 2018b.
- CUK, S.; MIDDLEBROOK, R. A general unified approach to modelling switching DC-to-DC converters in discontinuous conduction mode. **PESC Record-IEEE Annual Power Electronics Specialists Conference**, v. março de 2015, p. 36-57, 2015.
- FOROUZESH, M.; SIWAKOTI, Y. P.; GORJI, S. A.; BLAABJERG, F.; LEHMAN, B. Step-Up DC-DC converters: A comprehensive review of voltage-boosting techniques, topologies, and applications. **IEEE Transactions on Power Electronics**, v. 32, n. 12, p. 9143–9178, 2017.
- HAKEMI, A.; SANATKAR-CHAYJANI, M.; MONFARED, M. Δ -Source Impedance Network. **IEEE Transaction on Industrial Electronic**, v. 64, n. 10, p. 7842-7851, 2017.
- HART, D. W. **Introducción a la Electrónica de Potencia**. Madrid: Pearson Education, 2001. 472 p.
- HUSEV, O.; SHULTS, T.; VINNIKOV, D.; *et al.* Comprehensive comparative analysis of impedance-source networks for DC and AC application. **Electronics (Switzerland)**, v. 8, n. 4, 2019.
- KONG, X.; WONG, C. K.; LAM, C. S. Effects of Parasitic Resistances on Magnetically Coupled Impedance-Source Networks. **IEEE Transactions on Power Electronics**, v. 35, n. 9, p. 9171–9183, 2020.
- MANDE, D.; TROVÃO, J. P.; TA, M. C. Comprehensive review on main topologies of impedance source inverter used in electric vehicle applications. **World Electric Vehicle Journal**, v. 11, n. 2, 2020.
- MIDDLEBROOK, R. D.; CUK, S. A general unified approach to modelling switching-converter power stages. **IEEE Power Electronics Specialists Conference Record**, p. 18-34, 1976.
- PADHEE, S.; PATI, U. C.; MAHAPATRA, K. Overview of High-Step-Up DC–DC Converters for Renewable Energy Sources. **IETE Technical Review (Institution of Electronics and Telecommunication Engineers, India)**, v. 35, n. 1, p. 99–115, 2018. Taylor & Francis. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/02564602.2016.1255571>>.
- PENG, F. Z. Z-source inverter. **IEEE Transaction on Industry Applications**, v. 39, n. 2, p. 504-510, 2003.
- REDDIVARI, R.; JENA, D. A Correlative Investigation of Impedance Source Networks: A Comprehensive Review. **IETE Technical Review (Institution of Electronics and Telecommuicarion Engineers, India)**, v. 0, n. 0, p. 1-34, 2021. Taylor & Francis. Disponível em: <https://doi.org/02564602.2020.1870006>.
- REZAZADEH, H.; MONFARED, M.; NIKBAHAR, A.; SHARIFI, S. A family of high voltage gain quasi- Δ -source impedance networks. **IET Power Electronics**, v. 14, n. 4, p. 807–820, 2021.

SIWAKOTI, Y. P.; PENG, F. Z.; BLAABJERG, F.; LOH, P. C.; TOWN, G. E. Impedance-source network for electric power conversion Part I: A topological review. **IEEE Transactions on Power Electronics**, v. 30, n. 2, p. 699-716, 2015a.

SIWAKOTI, Y. P.; PENG, F. Z.; BLAABJERG, F.; *et al.* Impedance source network for electric power conversion II: review of control and modulation techniques. **IEEE Transactions on Power Electronics**, v. 30, n. 4, p. 1887-1906, 2015b.

VENABLE, D.; INDUSTRIES, V.; VERDES, R. P. The k factor: a new mathematical tool for stability analysis and synthesis. **H, Dean Venable President Venable Industries**, Inc. Rancho Palos Verdes, California, 1983.

ZHANG, G.; LI, Z.; ZHANG, B.; HALANG, W. A. Power electronics converters: Past, present and future. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 81, n. May 2016, p. 2028–2044, 2018. Elsevier Ltd. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.290>>.

VI. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao departamento de engenharia elétrica da universidade estadual de Londrina pela oportunidade de realizar esse trabalho e também agradece ao CAPES pelas bolsas de fomento fornecidas.

VII. COPYRIGHT

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

ANÁLISE COMPARATIVA DO RISCO ERGONÔMICO NO ENSINO PRESENCIAL E REMOTO EM DISCENTES DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

COMPARATIVE ANALYSIS OF ERGONOMIC RISK IN PRESENTIAL AND REMOTE TEACHING IN STUDENTS OF THE PRODUCTION ENGINEERING COURSE

Glicia Maria Barbosa¹

Hebert Roberto da Silva²

Larissa Beatriz Fonseca Tavares³

Resumo – O aprendizado do aluno pode ser influenciado por diversos fatores, sendo um dos fundamentais as condições de ambiente e mobiliário utilizados durante as aulas teóricas. Com o avanço da pandemia do Covid-19, diversas instituições de ensino foram obrigadas a adotar o ensino remoto, dessa forma, os alunos passaram a utilizar a mobília doméstica e condições ambientais disponíveis ou até mesmo adaptadas para assistir às aulas teóricas online. No presente estudo foi realizada uma pesquisa com os alunos do curso de Engenharia de Produção de uma universidade situada no triângulo mineiro para averiguar se existe o desconforto no modelo de ensino remoto e comparar os resultados com o ensino presencial. Neste sentido, foi realizada uma pesquisa de caráter descritivo e de campo, de natureza aplicada com abordagem quali-quantitativa, com o uso de perguntas objetivas e discursivas, que permitiram obter dados referentes ao ambiente em que os discentes assistem às aulas remotas e os incômodos existentes ao utilizar o mobiliário. Como resultado, obteve-se uma percepção de conforto no local de estudo, porém um nível baixo de atenção. Dessa forma, por mais que o mobiliário seja considerado confortável, não se sabe ao certo se é o mais adequado ergonomicamente e sendo necessário aprofundar os estudos.

Palavras-chave: Fatores Humanos. Conforto Ambiental. Ergonomia.

Abstract - The student's learning can be influenced by several factors, one of the fundamental conditions being the environment and furniture used during the theoretical classes. With the

¹ Graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Campus Pontal. Contato: barbosaglicia2@gmail.com.

² Engenheiro de Segurança do Trabalho, Ergonomista e Doutor em Engenharia Mecânica. Docente do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Campus Pontal. Contato: hebert@ufu.br.

³ Graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Campus Pontal. Contato: lari13tavares@gmail.com.

advance of the Covid-19 pandemic, several educational institutions were forced to adopt remote teaching, in this way, students started to use the domestic furniture and environmental conditions available or even adapted to attend theoretical classes online. In the present study, a survey was carried out with students of the Production Engineering course at a university located in the Minas Gerais triangle to find out if there is any discomfort in the remote teaching model and compare the results with face-to-face teaching. In this sense, a descriptive and field research was carried out, of an applied nature with a quali-quantitative approach, using objective and discursive questions, which allowed to obtain data regarding the environment in which students attend remote classes and the discomforts existing when using the furniture. As a result, there was a perception of comfort in the place of study, but a low level of attention. Thus, as much as the furniture is considered comfortable, it is not known for sure if it is the most ergonomically appropriate and it is necessary to deepen the studies.

Keywords: *Human Factors. Environmental Comfort. Ergonomics.*

I. INTRODUÇÃO

Com o avanço da pandemia do Covid-19 que foi detectada em 2020 pelo governo brasileiro, a adoção do *lockdown* em várias cidades do Brasil, fez com que diversas instituições de ensino públicas e particulares fossem obrigadas a interromper suas atividades, passando o ensino presencial para o remoto. Com isso, os alunos deixaram de usar o mobiliário fornecido pelas instituições durante o horário das aulas e passaram a utilizar a mobília doméstica disponível ou até mesmo adaptada para assistir às aulas online. Além disso, condições ambientais como temperatura e iluminação também foram alteradas para a realidade de cada estudante.

Um dos métodos utilizados para tratar fatores que estão relacionados a ambientes, estruturas ou hábitos diários que envolvem o ser humano e seus espaços é a ergonomia. Esses fatores podem influenciar tanto a qualidade de vida quanto no aparecimento de comprometimentos posturais. Nessa perspectiva de qualidade de vida, um dos pontos de relevância na ergonomia é a postura.

O objetivo do presente artigo é detectar os constrangimentos causados aos discentes do curso de Engenharia de Produção de uma instituição do triângulo mineiro, a partir da análise do mobiliário de suas residências ou local de estudo durante o ensino remoto. O intuito é comparar e analisar o quanto a mudança no modelo de ensino foi responsável por resultados positivos ou negativos nos fatores corporais e se isso pode influenciar a aprendizagem dos estudantes.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

Apresenta-se neste tópico um embasamento da literatura sobre o tema e cria-se paralelos com as pesquisas relacionadas que apoiam e cercam o assunto abordado, possibilitando fundamentar, agregar a devida consistência e nortear o estudo.

2.1 - Ergonomia

Segundo Silva (2018), a ergonomia pode ser entendida como sendo um estudo da interação entre o homem e o trabalho, com o objetivo de prevenir acidentes, corrigir erros e diminuir riscos, garantindo o conforto, saúde e segurança do trabalhador. As aplicações da ergonomia possuem classificações que são feitas de acordo com a ocasião, como por exemplo a ergonomia de correção e a ergonomia de participação.

De acordo com Iida e Guimarães (2016), a ergonomia de correção é aplicada em situações existentes para solucionar problemas. Certas mudanças podem ser fáceis de implementar, como alteração de postura e o aumento da iluminação, porém, outras não

são simples, como a redução de carga mental ou de ruído (SANTOS; FERNANDES; LIMA, 2018).

Iida e Guimarães (2016) descrevem ainda a ergonomia de participação, que busca a solução de problemas ergonômicos envolvendo o próprio operador em um posto de trabalho, ou até mesmo um consumidor se tratando de um produto de consumo, visto que os usuários possuem um conhecimento maior em relação aos detalhes que podem passar despercebidos do analista ou projetista.

2.2 - Pesquisa em Ergonomia

Segundo Ferreira, Merino e Figueiredo (2017), a ergonomia é baseada nas ciências experimentais, semelhantes a ciências sociais, pois a construção de seu conhecimento é feita a partir de observações e experimentações em condições controladas e comprovadas pela mensuração de certos fenômenos.

Ainda segundo os autores, os métodos de pesquisas ergonômicas são procedimentos ou caminhos que os pesquisadores utilizam para estabelecer a relação entre causa e efeito. Dentre os tipos de métodos tem-se as pesquisas de campo, que servem para analisar o desempenho do projeto na sua condição real de uso, sendo indicada para detectar certos aspectos não previstos no projeto, como por exemplo, os usos não formais do produto ou sistema que os próprios projetistas não tinham presumido (IIDA; GUIMARÃES, 2016).

2.3 - Antropometria e Biomecânica

Mezêncio, Ferreira e Amadio (2021) destacam que a biomecânica engloba o estudo dos movimentos voluntários dos seres vivos em relação às leis da mecânica e, juntamente com a antropometria, analisa com relevância os movimentos feitos em cada posto de trabalho e a extensão exercida em suas atividades.

A biomecânica está dividida em trabalho estático e dinâmico, sendo o trabalho estático caracterizado pelo pouco ou nenhum movimento do corpo e suas medições são feitas através de pontos pré-estabelecidos, já o trabalho dinâmico, é caracterizado pela presença do movimento e suas medições são feitas observando o alcance dos membros corporais (WACHOWICZ, 2013).

De acordo com Iida e Guimarães (2016), a partir do estudo das questões corporais humana, o objeto, máquina ou equipamento, é projetado para atender a maioria da população do estudo, ou seja, em território norte-americano é construído itens que atendam a antropometria corporal de sua população, a qual consegue satisfazer muitos homens alemães, mas, não a mesma comodidade para homens sul-americanos ou europeus e, muito menos, para mulheres de qualquer etnia.

Segundo Berticelli e Rosa (2020), o mobiliário escolar desconfortável, sem os estudos ergonômicos necessários para a sua fabricação, e aliado a questões posturais de maus hábitos, pode provocar sérias consequências tanto na fase adulta como infantil, já que a grande parte dos estudantes não possuem sua evolução acadêmica acompanhada a evolução corporal, o que pode submetê-lo a utilização de utensílios inapropriados por toda a sua jornada escolar.

III. METODOLOGIA

No presente artigo a pesquisa é caracterizada como descritiva e de campo, de natureza aplicada com abordagem quali-quantitativa, visto que o objetivo é descrever as particularidades de um grupo, investigando os prováveis problemas corporais causados

durante o período de aulas remotas e relatar sob a perspectiva do usuário os incômodos existentes ao utilizar o mobiliário.

A ênfase deste artigo é a avaliação da situação ergonômica dos discentes do curso de Engenharia de Produção de uma Instituição sediada no triângulo mineiro durante o período de ensino remoto. Neste sentido, foi realizada uma pesquisa com o uso de perguntas objetivas e discursivas, que permitiram obter dados referentes ao caráter individual e ao ambiente em que os discentes assistem às aulas, conforme apresentado no Anexo A. Foi avaliado o mobiliário e dispositivos eletrônicos utilizado pelo aluno, a temperatura e a iluminação do local em que assistem às aulas.

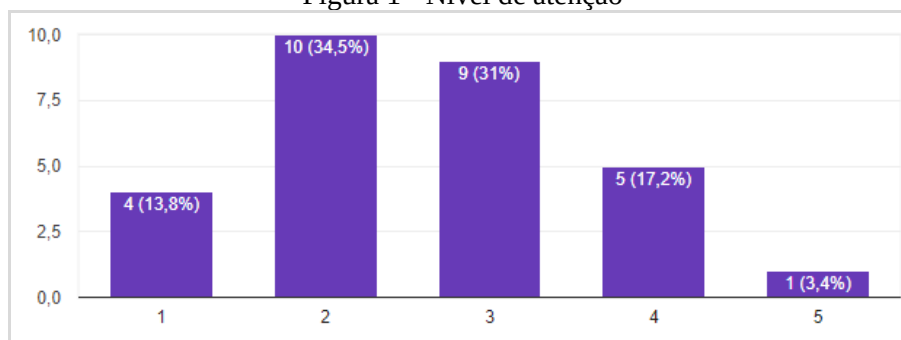
Após o preenchimento dos questionários no formato online por parte dos discentes realizou-se um tratamento e a análise estatística dos dados. Dessa forma, com base na metodologia quali-quantitativa foi possível compreender e obter um diagnóstico da situação atual do ensino remoto e comparar com os resultados para o ensino presencial.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da análise dos questionários, com relação as características do indivíduo, foi possível identificar que a idade dos participantes está entre 19 e 29 anos, sendo 72,4% do sexo masculino. Constatou-se também que o peso médio é de 77,3 quilogramas e a altura média é de 1,73 metros. Em relação ao período em que os discentes se encontram matriculados do total de 29 participantes, a maioria, 48,2% estão no 5º e 6º período do curso

Um dos primeiros questionamentos feitos com relação às aulas teóricas online foi sobre o nível de atenção, sendo avaliado na categoria de 1 a 5, em que 1 representa um nível baixo de atenção e o 5 um nível alto de atenção. Os resultados obtidos são apresentados na Figura 1, sendo possível concluir a maior taxa 34,5% no nível de atenção 2.

Figura 1 - Nível de atenção



Fonte: Autores, 2021.

Ao questionar o ambiente em que os discentes assistem às aulas 86,2% responderam estar em residência própria, 3,4% em residência de terceiros e os outros 10,3% assistem no trabalho ou estágio. Com relação ao dispositivo utilizado durante as aulas teóricas online, 82,8% utilizam notebook, 10,3% computador desktop e 6,9% celular.

A temperatura do local em que os discentes assistem às aulas também foi avaliada e 65,5% relataram que a temperatura é agradável, 27,6% que é pouco agradável e apenas 6,9% consideram a temperatura muito agradável. Com relação aos dispositivos de climatização utilizados, 10,3% relataram utilizar ventilação natural, ventilador e ar-condicionado, 17,2% ventilação natural e ventilador, 3,4% ventilador e ar-condicionado, 24,1% apenas ventilação natural, 34,5 % apenas ventilador, 10,3% apenas ar-condicionado.

Outra pergunta foi com relação a iluminação do local em que o discente assiste as aulas teóricas online, em que 62,1% consideram agradável, 24,1% muito agradável e 13,8% consideram pouco agradável. Com relação ao tipo de iluminação utilizado, 58,6% dos participantes relataram utilizar iluminação natural e a iluminação artificial, os demais, 41,4% relataram utilizar apenas iluminação natural ou artificial.

A partir das questões com relação ao mobiliário utilizado pelos alunos durante as aulas online, 82,8% consideram confortável. Foram abordadas quatro categorias de mobília: escrivaninha e cadeira; sofá; cama; mesa para refeições e cadeira. Na amostra em questão, nenhum membro declarou utilizar sofá e cama, portanto, serão analisadas as avaliações dos quesitos conforto apenas para os conjuntos escrivaninha e cadeira, e mesa de refeição e cadeira.

Ao indagar os discentes sobre o motivo de utilizarem o atual mobiliário para assistir às aulas, grande parte dos participantes responderam que utilizam devido ao conforto oferecido, porém outras respostas também foram obtidas relatando que utilizam o mobiliário pois é o que está à disposição e não possuem outra opção.

Em relação a utilização da escrivaninha e cadeira foram questionados quatro segmentos do mobiliário utilizado durante as aulas para se medir o conforto, sendo eles: altura da mesa, altura da cadeira, encosto da cadeira e assento da cadeira. Do total da amostra 93,10% declararam utilizar escrivaninha e cadeira durante as aulas online e desse número foi obtido a quantidade em relação a cada quesito abordado.

De acordo com os dados declarados na Tabela 1, mais de 50% dos alunos consideraram o conjunto de escrivaninha e cadeira que utilizam, confortável, em relação à altura da mesa, altura da cadeira, encosto da cadeira e assento da cadeira.

Tabela 1 - Conforto (escrivaninha e cadeira)

	Pouco confortável	Confortável	Muito confortável
Altura da mesa	18,52%	66,67%	14,81%
Altura da cadeira	7,41%	74,07%	18,52%
Encosto da cadeira	22,22%	51,85%	25,93%
Assento da cadeira	14,81%	51,85%	33,33%

Fonte: Autores, 2021.

Na categoria mesa de refeição e cadeira, foram abordados os mesmos quesitos da categoria escrivaninha e cadeira, e do total da amostra, 6,90% utilizam a mesa de refeição e cadeira para assistir às aulas online. Considerando os dados obtidos na Tabela 2, pode-se observar que a maioria dos alunos declararam pouco confortável a mesa de refeição e cadeira que utilizam para assistir as aulas online, quando analisado os quesitos apresentados, e apenas 50% declararam confortável a altura da mesa e o assento da cadeira.

Tabela 2 – Conforto para a mesa de refeição e cadeira

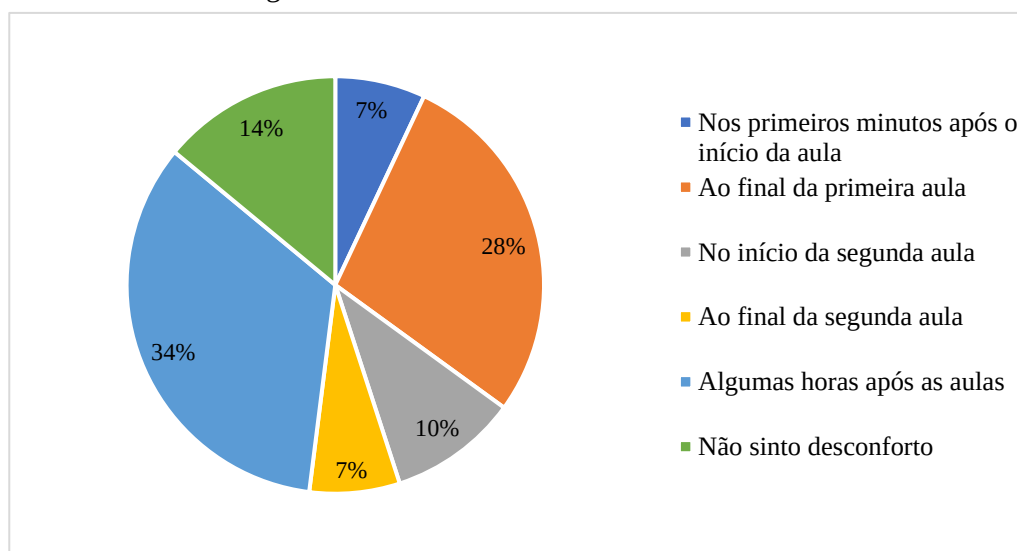
	Pouco confortável	Confortável	Muito confortável
Altura da mesa	50,00%	50,00%	0%
Altura da cadeira	100,00%	0%	0%
Encosto da cadeira	100,00%	0%	0%
Assento da cadeira	50,00%	50,00%	0%

Fonte: Autores, 2021.

Foi questionado após quanto tempo sentado, sem intervalo, o usuário sentiu algum tipo de desconforto causado pelo mobiliário, com uma resposta bem estratificada.

A maioria (34%) declarou sentir desconforto algumas horas após as aulas e 28% ao final da primeira aula. As demais respostas podem ser observadas na Figura 2.

Figura 2 – Desconforto durante as aulas online



Fonte: Autores, 2021.

Alguns itens que podem estar presentes no mobiliário foram citados para analisar a sua importância para os estudantes, sendo eles: assento com regulagem de altura, assento com regulagem de inclinação, assento com estofado, encosto com regulagem de inclinação e encosto com regulagem de altura.

Ao analisar a tabela 3, é possível concluir que quase todos os requisitos são classificados como muito importantes para os estudantes, sendo o “Assento com regulagem de inclinação” e o “Encosto com regulagem de inclinação” considerados apenas importantes.

Tabela 3 – Relevância do mobiliário

Assento com regulagem de altura	
Muito Importante	55%
Importante	41%
Nada Importante	3%
Assento com regulagem de inclinação	
Muito Importante	28%
Importante	52%
Nada Importante	21%
Assento com estofado	
Muito Importante	55%
Importante	34%
Nada Importante	10%
Encosto com regulagem de inclinação	
Muito Importante	41%
Importante	48%
Nada Importante	10%
Encosto com regulagem de altura	
Muito Importante	48%
Importante	45%
Nada Importante	7%

Fonte: Autores, 2021.

De acordo com os discentes 86,2% acreditam que o mobiliário utilizado durante as aulas pode influenciar no desempenho educacional e na eficiência do aprendizado. Alguns ainda afirmaram que a utilização de uma mobília ruim pode provocar dores, aumentar o estresse e a irritabilidade, e, conseqüentemente, atrapalhar a concentração.

A partir de um estudo realizado anteriormente por Barbosa, Tavares e Silva (2020) com os discentes do curso de Engenharia de Produção no ensino presencial no ano de 2019, é possível fazer um comparativo sobre a percepção do mobiliário utilizado nas aulas presenciais e online. Dessa forma, temos que ao contrário do ensino remoto, grande parte dos alunos não consideram o mobiliário utilizado durante as aulas no ensino presencial confortável.

No que diz respeito ao desconforto causado pelo mobiliário após um determinado tempo sentado, obtêm-se um resultado semelhante para os dois tipos de ensino, ou seja, no ensino presencial grande parte dos discentes começam a sentir algum desconforto durante a primeira aula e no remoto alguns também sentem desconforto, porém é uma parcela menor de alunos, visto que a maioria sente algum desconforto algumas horas após as aulas. Também foi possível obter um resultado semelhante no que diz respeito aos requisitos considerados importantes pelos alunos em um mobiliário escolar e com relação à influência no desempenho educacional e na eficiência da aprendizagem que o mobiliário pode causar.

V. CONCLUSÃO

A partir da análise ergonômica realizada, foi possível perceber que o mobiliário utilizado pelos alunos para assistir às aulas online foi classificado como confortável. Porém, por mais que o mobiliário utilizado traga conforto, não sabemos se é o mais adequado ergonomicamente, visto que para a maioria dos alunos após as aulas em decorrência do tempo sentado tem-se algum tipo de desconforto relatado. Dessa forma é interessante realizar um estudo mais aprofundado para analisar esse ponto. Outro questionamento realizado e considerado preocupante é o nível de atenção que os estudantes apresentam durante as aulas online, divulgado como nível 2 pela maioria da amostra, na escala de 1 a 5, sendo 5 o ideal.

Portanto, tem-se um grande desafio para os próximos anos que é a expansão do ensino remoto com aulas online atendendo aos requisitos ergonômicos. Além disso, faz-se necessário estratégias para que o discente mantenha sua atenção ao longo de todo o período da aula pela *internet*.

VI. REFERÊNCIAS

BARBOSA, G. M.; TAVARES, L. B. F.; SILVA, H. R.. Estudo Preliminar sobre Desconforto Ergonômico em um Curso de Graduação em Engenharia de Produção. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 40., 2020, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Abepro, 2020. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_349_1794_39752.pdf. Acesso em 05 jan. 2022.

BERTICELLI, I. A.; ROSA, V. D. Ergonomia do Mobiliário Escolar: Andamento das Pesquisas Quanto à Influência na Saúde e no Processo de Ensino e Aprendizado. *In: Seminário Nacional de Pesquisa em Educação*, 3, 2020. **Anais eletrônico...** Disponível em: <<https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/SENPE/article/view/14951/9500>>. Acesso em 20 ago. 2021.

FERREIRA, A. S.; MERINO, E. A. D.; FIGUEIREDO, L. F. G. Métodos utilizados na Ergonomia Organizacional: revisão de literatura. **HUMAN FACTORS IN DESIGN**,

Florianópolis, vol. 6, n. 12, p. 58 - 78, ago/dez. 2017. Disponível em: <<https://www.periodicos.udesc.br/index.php/hfd/article/view/2316796306122017058>> Acesso em 16 ago. 2021.

IIDA, I; GUIMARÃES, L. B. M. **Ergonomia**: projeto e produção. 3. Ed. São Paulo: Blucher, 2016. PDF. 850 p.

MEZÊNCIO, B; FERREIRA, J. C; AMADIO, A. C. Biomecânica do Movimento Humano. **Revista Corpoconsciência**, [S.1], v. 25, n. 2, p. 87-109, 2021. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/corpoconsciencia/article/view/12682>>. Acesso em 20 ago. 2021

SANTOS, M.; FERNANDES, A. C.; LIMA, A. R. Avaliação ergonômica de estações de trabalho informatizadas. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, 10., 2018, São Cristóvão, SE. **Anais...** São Cristóvão, SE, 2018. p. 359 - 373. Disponível em: < <http://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/10420>> Acesso em 30 mar. 2020.

SILVA, C. B. **Ergonomia**. Trabalho de Conclusão de Curso – Plano de Ensino. Editor: Faculdades IDAAM, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.idaam.edu.br/jspui/handle/prefix/101>>. Acesso em 17 mar. 2020.

WACHOWICZ, M. **Ergonomia, Saúde e Segurança do Trabalho**. Curitiba: Biblioteca do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2013. Disponível em: <<http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/1357/Ergonomia%2C%20Saude%20e%20Seguranca%20do%20Trabalhado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 30 mar. 2020.

VII. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as instituições de financiamento CNPq e a FAPEMIG por fomentar o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e tornar possível o referido estudo.

VIII. COPYRIGHT

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

ANEXO A - QUESTIONÁRIO

Características do Indivíduo

Assinale as alternativas abaixo ou preencha o campo em branco de acordo com as informações correspondentes ao seu perfil.

Sexo: *

☐ Feminino

☐ Masculino

☐ Outro: _____

Idade (anos): *

Sua resposta _____

Altura (metros): *

Sua resposta _____

Peso (quilogramas): *

Sua resposta _____

Período em que está matriculado (considere o período que tem mais disciplinas matriculado): *

- ☐ 1º Período
- ☐ 2º Período
- ☐ 3º Período
- ☐ 4º Período
- ☐ 5º Período
- ☐ 6º Período
- ☐ 7º Período
- ☐ 8º Período
- ☐ 9º Período
- ☐ 10º Período

Em relação as aulas teóricas online

Assinale as alternativas abaixo com as informações correspondentes.

Como julga o seu nível de atenção durante as aulas teóricas online? *

- | | | | | | | |
|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Baixo | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | Alto |

Em qual ambiente você assistiu as aulas? *

- ☐ Residência própria
- ☐ Residência de terceiros
- ☐ Estágio
- ☐ Trabalho
- ☐ Outro: _____

Qual dispositivo utilizado durante as aulas teóricas online? *

☐ Computador desktop

☐ Notebook

☐ Tablet

☐ Celular

☐ Outro: _____

Como considera a temperatura do local em que assisti as aulas teóricas online? *

☐ Pouco agradável

☐ Agradável

☐ Muito agradável

Quais os dispositivos de climatização utiliza? (Se necessário, marque mais de uma alternativa) *

☐ Ventilação natural

☐ Ventilador

☐ Ar condicionado

☐ Outro: _____

Como considera a iluminação do local em que assisti as aulas teóricas online? *

☐ Pouco agradável

☐ Agradável

☐ Muito agradável

Qual o tipo de iluminação utiliza? (Se necessário, marque mais de uma alternativa) *

☐ Iluminação natural

☐ Iluminação artificial

☐ Outro: _____

O mobiliário utilizado durante as aulas teóricas online é confortável? *

☐ Sim

☐ Não

Qual o mobiliário utilizado durante as aulas teóricas online? *

☐ Escrivaninha e cadeira

☐ Sofá

☐ Cama

☐ Mesa para refeições e cadeira

☐ Outro: _____

Por que você utiliza o atual mobiliário para assistir as aulas online?

Sua resposta

Em relação à altura da cadeira: *

	Pouco confortável	Confortável	Muito confortável
Altura da mesa	☐	☐	☐
Altura da cadeira	☐	☐	☐
Encosto da cadeira	☐	☐	☐
Assento da cadeira	☐	☐	☐

Considerações Gerais

Assinale as alternativas abaixo com as informações correspondentes.

Após quanto tempo sentado, sem intervalo, você sente algum desconforto causado pelo mobiliário? *

- ☐ Nos primeiros minutos após o início da aula
- ☐ Ao final da primeira aula
- ☐ No início da segunda aula
- ☐ Ao final da segunda aula
- ☐ Algumas horas após as aulas
- ☐ Não sinto desconforto

Em sua opinião, qual a importância dos seguintes itens: *

	Muito importante	Importante	Nada importante
Assento com regulagem de altura	☐	☐	☐
Assento com regulagem de inclinação	☐	☐	☐
Estofamento do assento	☐	☐	☐
Encosto com regulagem de inclinação	☐	☐	☐
Encosto com regulagem de altura	☐	☐	☐

Você considera que o mobiliário utilizado durante as aulas pode influenciar no desempenho educacional e na eficiência da aprendizagem? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

Se sim, porquê?

Sua resposta

Quais aspectos ergonômicos julga relevante para o melhor desempenho durante as aulas teóricas online que não foram abordadas no presente questionário?

Sua resposta