



# ESTUDOS AVANÇADOS INTERDISCIPLINARES

VOLUME 20

Robson Antonio Tavares Costa  
Estélio Silva Barbosa  
Alaan Ubaiara Brito  
Fernando Sluchensci dos Santos  
(Organizadores)



# ESTUDOS AVANÇADOS INTERDISCIPLINARES

VOLUME 20

Robson Antonio Tavares Costa  
Estélio Silva Barbosa  
Alaan Ubaiara Brito  
Fernando Sluchensci dos Santos  
(Organizadores)



# **EDITORA ENTERPRISING**

**Direção** Nadiane Coutinho

**Gestão de Editoração** Antonio Rangel Neto

**Gestão de Sistemas** João Rangel Costa

## **Conselho Editorial**

- Antonio Augusto Teixeira Da Costa, Phd – Ulht – Pt
- Eraldo Pereira Madeiro, Dr – Unitins – Br
- Eugenia Maria Mariano da Rocha Barichello, Dra.  
UFSM;
- Luama Socio, Dra. - Unitins - Br
- Ismael Fenner, Dr. - Fics – Py
- Francisco Horácio da Silva Frota, Dr. UECE;
- Tânia Regina Martins Machado, Dra. - Unitins – Br;
- Agnaldo de Sousa Barbosa, Dr. UNESP.

Copyright © 2023 da edição brasileira.

by Editora Enterprising.

Copyright © 2023 do texto.

by Autores.

Todos os direitos reservados.



Todo o conteúdo apresentado neste livro, inclusive correção ortográfica e gramatical, é de responsabilidade do(s) autor(es). Obra sob o selo Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional. Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

<b>Diagramação</b>	João Rangel Costa
<b>Design da capa</b>	Nadiane Coutinho
<b>Revisão de texto</b>	Os autores



**EDITORA ENTERPRISING**

[www.editoraenterprising.net](http://www.editoraenterprising.net)

E-mail: [contacto@editoraenterprising.net](mailto:contacto@editoraenterprising.net)

Tel. : +55 61 98229-0750

CNPJ: 40.035.746/0001-55

**Robson Antonio Tavares Costa  
Estélio Silva Barbosa  
Alaan Ubaiara Brito  
Fernando Sluchensci dos Santos  
(Organizadores)**

# **Estudos Avançados Interdisciplinares**

**Volume 20**



**Brasília - DF**

---

## E82

Estudos Avançados Interdisciplinares Volume 20 / Robson Antonio Tavares Costa (Organizador), Estélio Silva Barbosa (Organizador), Alaan Ubaiara Brito (Organizador), Fernando Sluchenski dos Santos (Organizador) - Brasília: Editora Enterprising, 2023.

(Estudos Avançados Interdisciplinares Volume 20)

Livro em PDF

150p., il.

ISBN: 978-65-84546-41-7

DOI: 10.29327/5241738

1. Interdisciplinares. 2. Pesquisas. 3. Práticas. 4. Estudos.

I. Título.

CDD: 370

---

*Acreditamos que o conhecimento é a grande estratégia de inclusão e integração, e a escrita é a grande ferramenta do conhecimento, pois ela não apenas permanece, ela floresce e frutifica.*

Equipe Editora Enterprising.

# Sumário

APRESENTAÇÃO	→	08
CAPÍTULO 1:	<b>A IMPORTÂNCIA DO CONTROLE MICROBIOLÓGICO APLICADO A INDÚSTRIA COSMÉTICA</b>	09
	<i>Ana Clara Maciel Modesto</i> <i>Bruno Carvalho</i>	
CAPÍTULO 2:	<b>ALGUMAS INDAGAÇÕES SOBRE METAFISICA E CIÊNCIA</b>	17
	<i>Alexandre Gomes Galindo</i>	
CAPÍTULO 3:	<b>LINHAS EPISTEMOLÓGICAS CONTEMPORÂNEAS E A QUESTÃO EPISTEMOLÓGICA</b>	35
	<i>Alexandre Gomes Galindo</i>	
CAPÍTULO 4:	<b>AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA FORNECIDA PELA COMPANHIA DE ELETRICIDADE DO AMAPÁ, ATRAVÉS DOS INDICADORES DEC E FEC</b>	56
	<i>Táires Barros Cambraia Moraes</i> <i>Walkyria da Silva Pinheiro</i> <i>José Reinaldo Cardoso Nery</i>	
CAPÍTULO 5:	<b>PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE MODELO EXPERIMENTAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR MEIO DO EFEITO PIEZOELÉTRICO – ESTUDO PRÉ-EXPERIMENTAL</b>	74
	<i>Fernando Ferreira</i> <i>Edson Luiz Schultz</i>	
CAPÍTULO 6:	<b>PROJETO DE INSTALAÇÃO DE ENERGIA SOLAR EM IMÓVEL RESIDENCIAL COM CONSUMO MENSAL SUPERIOR A 500 KWH – ESTUDO PRÉ INTERVENCIONAL E DE REVISÃO DE LITERATURA</b>	88
	<i>Júlio César Corrêa Volupca</i> <i>José Luiz Saviel Geraldís</i> <i>Edson Luiz Schultz</i>	

<b>CAPÍTULO 7:</b>	<b>PROJETO DE AUTOMAÇÃO DE SEGURANÇA EM MÁQUINA DE IMPRESSÃO INDUSTRIAL: PROPOSTA DE INTERVENÇÃO PRÁTICA A PARTIR DE ANÁLISE OBSERVACIONAL E DE REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>107</b>
	<i>Mayron Patrike Marroni Elcio Romblesperger Edson Luiz Schultz</i>	
<b>CAPÍTULO 8:</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE SECADOR DE MÃOS DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO AS FERRAMENTAS ARDUINO E PROTEUS</b>	<b>126</b>
	<i>Álvaro Costa Júnior César Augusto Mendonça Palheta Júnior Rui Sampaio dos Santos Cantuária José Reinaldo Cardoso Nery</i>	
<b>CAPÍTULO 9:</b>	<b>TRANSTORNO ESPECTRO AUTISTA (TEA): RELAÇÃO COM A SUPLEMENTAÇÃO DE ÁCIDO FÓLICO ANTES E DURANTE A GRAVIDEZ</b>	<b>138</b>
	<i>Bruno Gabriel Monteiro Oliveira</i>	
<b>CAPÍTULO 10:</b>	<b>SÍNDROME DE BURNOUT EM PROFISSIONAIS DA SAÚDE DURANTE A PANDEMIA DE COVID -19</b>	<b>148</b>
	<i>Steffany Garcia Soffa Matheus Batista Soares de Azevedo Maysa Lucielly da Silva Brito Vitoria Batista Soares de Azevedo Letícia Fernanda Pires Raimundo Figueiredo Sérgio Augusto Siqueira da Cunha Pammyla Gisele de Melo Torres da Cunha</i>	



# Apresentação

Prezados(as) leitores(as),

É com muita satisfação que apresentamos o vigésimo volume da Coleção intitulada “ESTUDOS AVANÇADOS INTERDISCIPLINARES”, que reúne em seus capítulos pesquisadores de diversas instituições com discussões e temáticas que circundam uma gama de possibilidades de pesquisas e de relações dialógicas que certamente podem ser relevantes para o desenvolvimento social brasileiro a partir de uma ótica que contempla as mais vastas questões da sociedade. Tal obra visa dar publicidade a estudos e pesquisas frutos de árduos trabalhos acadêmicos que decerto contribuem, cada um a seu modo, para o aprofundamento de discussões em suas respectivas áreas pois são pesquisas germinadas, frutificadas e colhidas de temas atuais que estão sendo debatidos nas principais universidades nacionais e que refletem o interesse de pesquisadores no desenvolvimento social e científico que possam impactar positivamente a qualidade de vida de homens e de mulheres.

Assim sendo, convidamos todos os leitores para exercitar diálogos com os estudos aqui contemplados, esperamos que os textos publicados contribuam para a formação intelectual e a reflexão crítica dos alunos, professores e demais leitores. Desejamos ressaltar, em nome de todos que compõem a Editora Enterprising, a nossa gratidão para com os pesquisadores cujos trabalhos aparecem aqui reunidos, que diante da dedicação, temos a oportunidade de nos debruçar acerca de assuntos atuais e pertinentes.

Sejam bem-vindos e tenham proveitosas leituras!

Equipe Editora Enterprising.

# ***Capítulo 1***

---

## **A IMPORTÂNCIA DO CONTROLE MICROBIOLÓGICO APLICADO A INDÚSTRIA COSMÉTICA**

**DOI: 10.29327/5241738.1-1**

Ana Clara Maciel Modesto  
Bruno Carvalho

# A IMPORTÂNCIA DO CONTROLE MICROBIOLÓGICO APLICADO A INDUSTRIA COSMÉTICA

*Ana Clara Maciel Modesto*

*Bruno Carvalho*

## RESUMO

O mercado de cosméticos destaca-se no Brasil por apresentar crescimento mesmo diante da crise econômica. Devido ao constante aumento na utilização desses produtos é necessário avaliar a segurança microbiológica, especialmente para produtos de uso coletivo e, portanto, com maior risco de contaminação. O objetivo do presente trabalho foi discutir a importância da qualidade microbiológica em cosméticos no processo de fabricação constituindo exigência da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) a garantia do controle microbiológico em produtos para sua segurança e eficácia. Envolvendo ações neste sentido, implantação das normas de boas práticas de fabricação (BPF) para que a fabricação seja adequada de modo a garantir excelente qualidade, segurança e eficácia desses produtos. Dessa forma foi realizada uma revisão bibliográfica a partir de artigos, livros e resumos publicados anteriormente sobre o tema para demonstrar a importância do rigor dos processos de fabricação adequados na indústria cosmética.

**Palavras-chave:** Cosméticos; Controle microbiológico; Boas práticas de fabricação; Importância; Segurança.

## 1. INTRODUÇÃO

Cosméticos são preparações farmacêuticas constituídas por substâncias naturais ou sintéticas, utilizadas para além de proteção facial, também o embelezamento estético, visando um público na maior parte feminina. A venda desses produtos é de fácil acesso podendo ser comercializado livremente. Dessa forma, é importante que haja um controle rígido de qualidade na produção para manter a segurança do consumidor.

Qual a importância de realizar o controle microbiológico nos cosméticos? A fabricação inadequada pode resultar em uma contaminação no cosmético, podendo causar diversas reações ao consumidor como alergias, irritações, doenças, até ao óbito. O controle microbiológico garante um produto seguro e confiável, assegurando que nenhum microrganismo possa interferir na qualidade do produto.

Diante dessa situação, o controle microbiológico se tornou um dos pontos principais na

fabricação desses cosméticos, junto com as boas práticas de fabricação para um manuseio eficaz dos insumos. É de suma importância o rigor no cumprimento das normas regulamentadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), seja em farmácias de manipulação ou até em fábricas.

Este artigo, tem como objetivo analisar como o controle microbiológico e as etapas na produção tecnológica farmacêutica dos cosméticos contribuem para a segurança na cosmetologia, tendo como principais objetivos descrever os principais erros de produção nas indústrias farmacêuticas e suas consequências na saúde do consumidor. Considerando uma abordagem fundamentada em artigos e revisões bibliográficas sobre perspectivas atuais dos aspectos farmacológicos, demonstrando a importância do emprego de boas práticas de fabricação na indústria.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### **2.1. Metodologia**

O tipo de pesquisa realizada foi uma revisão bibliográfica a partir de artigos, livros e resumos publicados anteriormente sobre o tema. Para a pesquisa foram usadas bases de informações do Ministério da Saúde e recursos de pesquisa do Google Acadêmico, pesquisando através de palavras-chaves como análises microbiológicas, boas práticas de fabricação e utilizando publicações dos últimos 20 anos.

O estudo desses dados foi feito através de pesquisa bibliográfica tendo o intuito de descrever e organizar os conteúdos abordados na pesquisa, sendo dividido em capítulos e subcapítulos apresentando uma análise interpretativa e descritiva sobre o tema.

### **2.2. Resultados e Discussão**

A capacidade de crescimento e reprodução de microrganismos em produtos cosméticos podem causar a deterioração ou mudanças químicas neste tipo de produtos, além de prejuízos para o usuário ou mesmo representar um risco para a saúde do consumidor, principalmente em se tratando de microrganismos patogênicos.

Esses microrganismos podem causar infecção ou produzir substâncias tóxicas para a saúde. Dessa forma, a contaminação microbiana pode trazer diversos problemas para o produto. Diante disso, a análise microbiológica é uma dentre as várias exigências relacionadas aos critérios de segurança a serem considerados em produtos cosméticos. (CRUZ, 2019).

Esta contaminação se deve, provavelmente, às péssimas condições em que estes produtos se

encontram para a venda, ou seja, sem lacre e, em muitos casos, já danificados. De acordo com a Anvisa (Brasil, 2003), é de inteira responsabilidade do fabricante, do importador ou do responsável pela colocação do produto no mercado, garantir sua segurança para os consumidores nas condições normais ou razoavelmente previsíveis de uso.

A contaminação microbiana de cosméticos pode ser proveniente de várias origens, devido à complexidade dos processos de produção. Isto pode ser visto no trabalho desenvolvido por Yamamoto et al. (2004), que prestaram consultoria relacionada com procedimentos para a garantia da qualidade dos produtos e prestação de serviço para avaliação da qualidade sanitária das amostras analisadas à 25 empresas produtoras de matérias-primas, produtos farmacêuticos, cosméticos e fitoterápicos, onde detectaram falhas de procedimento e documentação de dados em algumas delas.

**Tabela 1 - Resultados das análises microbiológicas de matérias-primas, produtos farmacêuticos, cosméticos e fitoterápicos, de 25 empresas produtoras, realizados no Laboratório de Controle de Qualidade Microbiológico, no período de 1999 à 2003.**

Amostras	Total
Analisadas	260 (100%)
Aprovadas	240 (92,3%)
Reprovadas	20 (7,7%)
Reprovadas por contagem de microrganismos aeróbios acima do limite estabelecido	13 (5%)
Reprovadas por contagem de fungos acima do limite estabelecido	8 (3,1%)
Reprovadas por presença de <i>Escherichia coli</i>	2 (0,8%)
Reprovada por presença de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> e <i>Staphylococcus aureus</i>	1 (0,4%)

Times New Roman: Yamamoto (2004, p. 5)

De acordo com a tabela 1, foram observadas que em um total de 260 amostras analisadas, 20 (7,7%) estavam fora dos limites aceitáveis quanto às análises microbiológicas, sendo portando reprovadas. Em relação à pesquisa de microrganismos patogênicos, 2 (0,8%) amostras apresentaram contaminação por *Escherichia coli* e uma destas (0,4%), presença também de *P. aeruginosa* e *S. aureus*. (YAMAMOTO, 2004).

Em indivíduos adultos saudáveis a utilização de cosméticos contaminados pode não representar sérios riscos, a menos que o organismo seja um patogênico primário. Entretanto pode representar perigo para pessoas com sistema imunológico fragilizado. A Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 481, de 23 de setembro de 1999, que estabelece os Parâmetros de Controle Microbiológico para os Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes, foi implantada devido à necessidade da criação de padrões microbianos de qualidade, com o objetivo de aperfeiçoar as

ações de controle de produtos e às ações de proteção ao consumidor. (PINTO; KANEKO, 2010).

Segundo Marques e Moreira (2009) a contaminação microbiológica é um dos vários problemas encontrados na produção de cosméticos, sendo um dos principais agentes que podem impossibilitar a produção e comercialização de uma gama de produtos.

Para a obtenção de um cosmético de boa qualidade microbiológica torna-se necessário não só a ausência de microrganismo patogênico, mas também a garantia que a carga microbiana não patogênica seja a menor possível e que as concentrações dos agentes estejam dentro das concentrações legalmente permitidas. Um grande número de microrganismos com potencial patogênico pode estar presente nos produtos cosméticos, como vírus, bactérias e fungos, e, portanto, o ato de compartilhar tais produtos pode impactar em riscos à saúde do usuário (Mota, et al., 2017).

Accacio, Almeida e Boni (2015) destacam que os microrganismos mais comuns encontrados em cosméticos contaminados, como rímel, lápis de olho e acessórios de estética são os *Staphylococcus*, das espécies *aureus* e *epidermidis*, os quais são classificados como cocos gram-positivos. As máscaras de cílios são expostas à contaminação através do usuário, desta forma a presença conservação pode ajudar a inibir o crescimento de microrganismos.

As reações mais temidas por maquiagens contaminadas são as infecções, principalmente as infecções da córnea por *Pseudomonas aeruginosa*, que podem anular permanentemente a acuidade visual. Estas infecções são mais comuns se o globo ocular for afetado pela máscara de cílios ou lápis de olho infectados. Além disso, os cosméticos que se aproximam da borda dos olhos podem acabar levando microrganismos para o globo ocular. Por esse meio de contato pode causar blefarite, que é uma inflamação na base dos cílios, ou hordéolo, popularmente conhecido como terçol. A maquiagem também pode passar quadros virais, como a conjuntivite, a qual também pode ser adquirida por bactérias (Accacio et al., 2015).

Os fungos também podem contaminar maquiagens e acessórios. As infecções fúngicas podem ocorrer como superficial subcutânea e sistêmica e são na sua maioria causadas por fungos filamentosos, dermatófitos e fungos leveduras pertencentes aos gêneros *Candida* incluindo, *Malassezia* e *Cryptococcus*. (Benvenuti et al., 2016).

As *Staphylococcus aureus* são bactérias regularmente encontradas em fossas nasais e pele de indivíduos salubres. Porém, podem causar desde infecções brandas como espinhas, celulites e furúnculos até infecções mais complexas, como pneumonia, meningite, endocardite, síndrome do choque tóxico, septicemia, entre outras (Santos et al., 2007). Já a *epidermidis* apesar de fazer parte da microbiota humana, *S. epidermidis* podem causar doenças como bacteremias/septicemias, endocardites, meningites, peritonites, endoftalmite, osteomielites, artrites, infecções do trato urinário, entre outras (Trabulsi & Alterthum, 2008).

Os conservantes são usados em muitos cosméticos para aumentar a vida útil dos produtos, impedindo o desenvolvimento de bactérias, fungos, leveduras e mofos que podem causar doenças ou, simplesmente, prejudicar o bom aspecto do produto

final. Um produto livre de microrganismos que possam causar danos à saúde humana, constitui uma exigência crescente, principalmente por parte dos consumidores e também dos órgãos responsáveis pela vigilância sanitária do País. (CSTQ JR, 2021)

Segundo Tescke (2021) esses ingredientes são adicionados às formulações para evitar a proliferação de microrganismos, capazes de prejudicar o bom aspecto do cosmético e até causar doenças aos consumidores, a grande maioria dos cosméticos são produzidos com água e matérias-primas orgânicas, e este é o meio perfeito para a proliferação de microrganismos que podem estar presentes durante a produção de um cosmético.

A utilização dos conservantes se faz necessária, pois não temos como ter um ambiente 100% estéril para fabricação de qualquer produto, logo estes microrganismos como bactérias, fungos e leveduras podem degradar algumas substâncias presentes e deteriorar o cosmético, fazendo com que ele mude de forma, cor, odor e até sabor, no caso de produtos para os lábios. (TESCKE, 2021)

Outro fator importante para medida de controle, foi estabelecer padrões de qualidade para produtos cosméticos na legislação brasileira e instituiu, entre outras normas, as Boas Práticas de Fabricação e a Análise Microbiológica em Cosméticos e a Resolução RDC nº 481/99, onde são estabelecidos os parâmetros para o controle microbiológico de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes. A avaliação da qualidade microbiológica de cosméticos consiste na determinação da carga microbiana viável e na comprovação da ausência de microrganismos patogênicos considerados de risco para o usuário. (ANA, 2016)

Através das análises é possível detectar possíveis falhas que ocorrem durante o processo de fabricação. A partir do momento em que procedimentos sejam avaliados, medidas corretivas e preventivas na operação, treinamento dos manipuladores serão realizados e a empresa produtora de cosméticos fica isenta de multas e de possíveis indenizações. Dessa forma, os lucros e a imagem da marca não ficam comprometidos. (MOOVA, 2021)

É fundamental que a empresa possua estrutura adequada para atender às normas de boas práticas de fabricação (BPF), que determina que os processos de fabricação devem ser claramente definidos, as etapas críticas dos processos de fabricação e quaisquer modificações significativas devem ser sistematicamente controladas e quando possível, validadas. (MS, 2003)

As áreas de fabricação devem ser providas de infraestrutura necessária para realização das atividades, com pessoas treinadas, instalações adequadas, validação de limpeza, rótulos e materiais apropriados, instruções, entre outras características, os registros devem ser arquivados, o

armazenamento deve ser adequado, controle de mudanças, investigação e tratamento de desvios e não-conformidades, programada de treinamento e aprimoramento de colaboradores, e toda reclamação sobre produto comercializado deve ser registrada e examinada. (OLIVEIRA, 2014)

### 3. CONCLUSÃO

Portando conclui-se a importância de ressaltar que existe no mercado grande diversidade de matérias-primas e produtos em várias formas de apresentação evidenciando, a necessidade de um controle de qualidade rigoroso, principalmente quando ocorre a dificuldade na identificação ou conhecimento da procedência dos mesmos.

Frente ao exposto, este estudo demonstra a importância do controle de qualidade de cosméticos devido ao alto risco de contaminação por microrganismos patogênicos oportunistas. Espera-se que o trabalho possa contribuir para estudos futuros sobre o tema. O presente artigo teve por objetivo analisar estudos científicos que avaliaram a presença de microrganismos patogênicos em cosméticos, sendo realizada uma revisão sistemática da literatura a fim de reunir estudos semelhantes, publicados ou não, avaliando-os criticamente em sua metodologia e com isto, obtendo melhoria da qualidade e informação na área.

### REFERÊNCIAS

Accacio, L. L., Almeida, C. R. D., & Boni, S. M. (2015). **Presença de Staphylococcus Aureus e Staphylococcus Epidermidis em máscaras de cílios utilizadas em salões de beleza na cidade de Sarandi-Pr.** Acesso em: 10 abril. 2023

BRASIL. Resolução RDC n. 33, de 19 de Abril de 2000. **Aprova o regulamento técnico sobre boas práticas de manipulação de medicamentos em farmácias.** Disponível em: <http://elegis.bvs.br/leisref/public/show>. Acesso em: 11 abril. 2023.

BRASIL. Resolução de Diretoria Colegiada nº 48, de 25 de outubro de 2013. **Aprova o Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes, e dá outras providências.** Órgão emissor: ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

Conservantes nos cosméticos, [S. l.], p. 1, 5 mar. 2021. **CSTQ JR** [.https://cstqjr.com.br/conservantes-nos-cosmeticos](https://cstqjr.com.br/conservantes-nos-cosmeticos). Acesso em: 10 maio 2023.



CRUZ, FERNANDO. **Tudo o que você precisa saber sobre análise microbiológica em cosméticos**: 17 ago 2016. <https://baktron.com.br/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-analise-microbiologica-em-cosmeticos>. Acesso em: 10 maio 2023.

MOOVA, AGENCIA. **Análise Microbiológica: Por Que Realizar Nos Cosméticos?** **Ecofarma Jr**, 16 Jul 2021, [ecofarmajr.com.br/blog/analise-microbiologica-por-que-realizar-nos-cosmeticos](http://ecofarmajr.com.br/blog/analise-microbiologica-por-que-realizar-nos-cosmeticos). Acesso em 11 abril. 2023.

OLIVEIRA, FERNANDA. “**Guia Da RDC No 48/2013 - Boas Práticas de Fabricação Para Produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos E Perfumes**.” *Farmaceuticas*, 11 Nov. 2014, [www.farmaceuticas.com.br/guia-da-rdc-48-2013-boas-praticas-de-fabricacao-para-produtos-de-higiene-pessoal-cosmeticos-e-perfumes](http://www.farmaceuticas.com.br/guia-da-rdc-48-2013-boas-praticas-de-fabricacao-para-produtos-de-higiene-pessoal-cosmeticos-e-perfumes).

PINTO, T. J. A.; KANEKO, T. M.; OHARA, M. T. Controle biológico de qualidade de produtos farmacêuticos, correlatos e cosméticos. 2.ed. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences** São Paulo: Atheneu, 2003. 325p

SOUZA, BENVENUTTI, A., Veiga, A., Rossa, L. S., & Murakami, F. (2016). **Avaliação Da Qualidade Microbiológica De Maquiagens De Uso Coletivo**. *Arquivos De Ciências Da Saúde Da Unipar*.

TESCKE, RITA. **Qual é a importância dos conservantes para cosméticos?**. Creamy Blog. 9 jul 2021, <https://blog.creamy.com.br/importancia-dos-conservantes-para-cosmeticos/>. Acesso em 11 de maio de 2023.

TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. **Microbiologia**. São Paulo: Atheneu, 2008.

YAMAMOTO, D. C. H.; PINTO, T. J. A.; MEURER, V. M.; CARVALHO, A. M.; REZENDE, P. **Controle de Qualidade Microbiológica de Produtos Farmacêuticos, Cosméticos e Fitoterápicos Produzidos na Zona da Mata, MG**. *Anais do 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária – Belo Horizonte – 10 a 15 de setembro de 2004*.



# ***Capítulo 2***

---

## **ALGUMAS INDAGAÇÕES SOBRE METAFISICA E CIÊNCIA**

**DOI: 10.29327/5241738.1-2**

Alexandre Gomes Galindo



## ALGUMAS INDAGAÇÕES SOBRE METAFÍSICA E CIÊNCIA

Publicado na Revista Portuguesa Interdisciplinar  
ISSN 2184-8343 - V.4, n.01 2023.

Alexandre Gomes Galindo

### RESUMO

O presente ensaio tece breves considerações sobre questões básicas relacionadas com os possíveis vínculos entre metafísica e ciência. As seguintes questões norteadoras são destacadas pela relevância com o tema: O positivismo é uma alternativa viável para a metafísica? O problema de demarcação popperiano transmite a mais fiel concepção contemporânea da divisão entre enunciados científicos e metafísicos? Existem vínculos entre metafísica e pensamento moderno? A metafísica no século XXI é totalmente (ou parcialmente) dispensável? As reflexões contidas no atual ensaio apontam para um estreito vínculo entre metafísica, ancorada em questões fundamentais de essência, sentido e finalidade oriundas da autoconsciência humana, e o pensamento científico, caracterizado pelo esforço consciente voltado para descrição, explicação e previsão da realidade ancorada na noção de *razão* humana.

**Palavras-Chave:** Epistemologia; Metafísica; Pensamento Científico; Ciência.

### 1. O POSITIVISMO É ALTERNATIVA VIÁVEL PARA A METAFÍSICA? A DEMARCAÇÃO POPPERIANA TRANSMITE A MAIS FIEL CONCEPÇÃO CONTEMPORÂNEA DA DIVISÃO ENTRE ENUNCIADOS CIENTÍFICOS E METAFÍSICOS?

Inicialmente afirmo que esta temática é significativamente provocadora e que pousa na base do entendimento referente ao campo de estudo descritivo e explicativo da natureza e da natureza das coisas. No âmbito desta presente reflexão, a metafísica<sup>1</sup> se situa no núcleo das atenções sendo confrontada com as noções de positivismo<sup>2</sup>. Sobre este aspecto, assumo de antemão que as considerações expostas a seguir não se propõem a tecer uma abordagem aprofundada, e sim, um

<sup>1</sup> “A metafísica como filosofia primeira. «Há uma ciência que estuda o ser enquanto ser e os seus atributos essenciais», escreve Aristóteles numa obra que ainda não se chama *Metafísica*. (...) Quando a *metafísica* de Aristóteles é reencontrada no século XIII, o termo engloba a *teologia* (Deus primeiro motor em Aristóteles) e concerne as realidades *supra-sensíveis*. O Deus da metafísica não é o Deus revelado da Bíblia, mas a causa primeira, o princípio do ser de todas as coisas. A metafísica constitui-se portanto a partir da tradição aristotélica, mas também platónica e neoplatónica (teoria das Ideias supra-sensíveis). O seu acabamento sistemático como «ciência» encontra a sua forma mais clássica no século XVIII na distinção feita pelo leibniziano Wolff de uma *metafísica geral* (o ser em geral, o ser «comum») e de uma *metafísica especial* que compreende uma *teologia racional*, uma *cosmologia racional*, uma *psicologia racional*.” (MORFAUX; LEFRANC, 2009. p.394).

<sup>2</sup> “Doutrina de Auguste Comte (1798-1857) que é ao mesmo tempo uma filosofia das ciências, uma sociologia, uma filosofia da história estruturada pela lei dos três estados, enfim uma religião da Humanidade de que o próprio Auguste Comte era o grande pontífice (*Curso de filosofia positiva*, 1830-1847; *Sistema de política positiva* (1854). Após a morte de Auguste Comte, a igreja positivista só subsistiu no Brasil, cuja bandeira ainda tem a sua divisa: «Ordem e Progresso».”. (MORFAUX; LEFRANC, 2009. p.490).

passo introdutório.

No que se refere a indagação que diz respeito à compatibilidade das noções de positivismo como alternativa viável para a metafísica, apresento duas considerações que acho pertinentes. A primeira assume uma leitura de incompatibilidade ao percebermos que a proposta defendida pelo fundador do positivismo, Auguste Comte, representa uma postura enfaticamente racionalista de separação mútua e excludente entre metafísica e ciência positiva como sistemas gerais de filosofia empregados nas investigações sobre os fenômenos, enfatizando a dimensão factual na produção do conhecimento científico. Segundo suas próprias argumentações,

“Em outros termos, o espírito humano, por sua natureza, emprega sucessivamente, em cada uma de suas investigações, três métodos de filosofar, cujo caráter é essencialmente diferente e mesmo radicalmente oposto: primeiro, o método teológico, em seguida, o método metafísico, finalmente, o método positivo. Daí três sortes de filosofia, ou de sistemas gerais de concepções sobre o conjunto de fenômenos, que se excluem mutuamente: a primeira é o ponto de partida necessário da inteligência humana; a terceira, seu estado fixo e definitivo; a segunda, unicamente destinada a servir de transição. (...) No estado teológico, o espírito humano, dirigindo essencialmente suas investigações para a natureza íntima dos seres, as causas primeiras e finais de todos os efeitos que o tocam, numa palavra, para os conhecimentos absolutos, apresenta os fenômenos como produzidos pela ação direta e contínua de agentes sobrenaturais mais ou menos numerosos, cuja intervenção arbitrária explica todas as anomalias aparentes no universo. No estado metafísico, que no fundo nada mais é do que simples modificação geral do primeiro, os agentes sobrenaturais são substituídos por forças abstratas (...) no estado positivo, o espírito humano, reconhecendo a impossibilidade de obter noções absolutas, renuncia a procurar a origem e o destino do universo, a conhecer as causas íntimas dos fenômenos, para preocupar-se unicamente em descobrir, graças ao uso bem combinado do raciocínio e da observação, suas leis, a saber, suas relações invariáveis de sucessão e de similitude. A explicação dos fatos, reduzida então a seus termos reais, se resume de agora em diante na ligação estabelecida entre os diversos fenômenos particulares e alguns fatos gerais, cujo número o processo da ciência tende cada vez mais a diminuir.” (COMTE, 1988, p. 4).

A segunda consideração relativiza esta incompatibilidade ao percebermos a existência de concepções neopositivistas que apontam para conexões existentes entre metafísica e ciência. Um exemplo pode ser destacado pelo esforço de Karl Popper em estabelecer demarcações da ciência

fundamentadas na noção de falseabilidade<sup>3</sup>.

No instante em que somos levados a estabelecer um posicionamento sobre o processo de demarcação entre “*campos de estudo da existência*” fica nítido que este não é apenas um exercício trivial de pensamento, e sim, um desafio que reside na base da representação humana das coisas e que se reverbera nas configurações que são dadas à realidade.

Nesta direção, inicialmente entende-se que o impulso humano de produzir e divulgar as imagens do mundo, geradas por sua capacidade de tornar intelectual o transbordamento de suas impressões, pode ser considerado uma característica que integra o conjunto de elementos que definem o homem como um ser que pensa e socializa seu pensamento. Esta representação consciente das coisas (que poderíamos denominar de conhecimento) se desenvolve através de vários caminhos possíveis de serem percorridos pelo indivíduo na busca de traduzir e compartilhar seu entendimento sobre si e sobre o mundo.

A escolha destes caminhos influencia em grande parte a delimitação do arcabouço linguístico e metodológico a ser usado no processo de representação das coisas, bem como na forma pela qual essa representação se manifestará como produto da racionalidade humana e será compartilhada/manipulada pelo homem.

Entre estas diversas vias de desenvolvimento de saberes (“popular/vulgar”, teológico, mítico, artístico, científico, filosófico, etc) percebe-se um traço comum que permeia a intencionalidade fundante da produção do conhecimento. Este traço diz respeito à intenção do homem em apresentar a verdade (ou se aproximar dela) através de suas representações.

Neste momento, convém chamar a atenção para o fato de que o termo “verdade” está sendo usado nesta reflexão (evitando um mergulho mais profundo nos debates que buscam configurar este termo)<sup>4</sup> como “*O que é em si*”, isto é, “*O absoluto a priori*”, e o termo “representação” como “*forma usada pelo homem para exprimir ideias e sentimentos, podendo ser apresentadas de diversas maneiras como sons, pinturas, expressões corporais, símbolos, palavras, enunciados, etc*”.

Circunscrito ao uso de enunciados na produção de conhecimento, surge uma questão que se apresenta como relevante: “*Até que medida os enunciados gerados por uma via de conhecimento exprimem manifestações exatas da verdade, especulações que buscam dar sentido lógico ao mundo*

---

<sup>3</sup> “A fim de tornar a ideia um pouco mais precisa, podemos distinguir três itens que nosso sistema teórico deverá satisfazer. Em primeiro lugar, ele deve ser *sintético*, de modo que possa representar um mundo não contraditório, isto é, um mundo *possível*. Em segundo lugar, deve satisfazer o critério de demarcação, ou seja, deve ser não metafísico, isto é, deve representar um mundo de *experiência* possível. Em terceiro lugar, deve ser diferente, de alguma forma, de outros sistemas semelhantes como o único representativo de *nosso* mundo de experiência. (...) O critério de demarcação inerente à lógica indutiva, isto é, o dogma positivista do significado, equivale ao requisito de que todos os enunciados da ciência empírica (ou todos os enunciados ‘significativos’) devem ser suscetíveis de serem, afinal, julgados com respeito à sua verdade e falsidade; diremos que eles devem ser ‘*conclusivamente julgáveis*’. Isso quer dizer que sua forma deve ser tal que se torne logicamente possível verificá-los e falsificá-los.” (POPPER, 1987. p. 40-41).

<sup>4</sup> Para tal reflexão, sugerimos inicialmente a leitura de Steiner (1979).

*percebido ou interpretações exatas fundamentadas na observação e experimentação?”*. É ancorado nesta questão que o problema de demarcação entre sistemas de produção de conhecimento ganha corpo, sendo debatido e enfrentado com muita frequência no campo da ciência.

Neste momento de nossa reflexão, transpassamos a esfera predominada pelos pressupostos e iniciamos um breve mergulho na questão central que assume papel de elemento provocador nos seguintes termos: *“É possível afirmar que o problema de demarcação popperiano transmite a mais fiel concepção contemporânea da divisão entre enunciados científicos e metafísicos?”*

Para apresentar um posicionamento sobre esta questão, inicialmente faz-se necessário destacar as concepções de metafísica e ciência a serem adotadas para, em seguida, traçar algumas conexões e distanciamentos capazes de proporcionar a elucidação de elementos que possibilitem delinear, mesmo que superficialmente, uma rota argumentativa mais precisa.

A metafísica, mesmo tendo uma etimologia fundada por um discricionário ordenamento de livros aristotélicos<sup>5</sup>, é entendida em geral como o campo de investigação da natureza da realidade, isto é, o estudo da essência do *“ser enquanto ser”* ou, em outras palavras, *“Ciência primeira, por ter como objeto o objeto de todas as outras ciências, e como princípio um princípio que condiciona a validade de todos os outros”*<sup>6</sup>.

Neste sentido a metafísica incorpora o ideal de construir um sistema filosófico de mundo, atuando como disciplina universal e fundamental que se debruça na *“natureza do ser”*, buscando formular questões relacionadas com a *“essência das coisas”* (objetos e/ou atributos) e encontrar respostas para elas, não descartando leituras sobre processos empíricos e assumindo que, mesmo havendo um caráter altamente especulativo de seus enunciados, não nos é possível concluir que os juízos a esse respeito sejam infundados e irracionais.<sup>7</sup>

Vale destacar que, desde sua concepção até os dias de hoje, a metafísica tem se caracterizado por aproximações e afastamentos na sua integração com as diversas áreas do saber humano, em especial com a ciência. Neste sentido, vale ressaltar que, em essência, o termo ciência surge como *“conhecimento que inclua, em qualquer forma ou medida, uma garantia da própria validade, sendo a ‘opinião’ (caracterizada pela falta de garantia acerca de sua validade) entendida como o oposto de ciência”*<sup>8</sup>.

Como via de explicação racional sobre o cosmo, tanto a filosofia (e neste caso a metafísica), quanto a ciência tiveram início como um corpo único e compartilhado de saberes, sendo esta

<sup>5</sup> “Metafísica- Do Grego *metà tà physiká* ‘depois dos tratados de física’. Andronico de Rodes, ao coordenar as obras de Aristóteles, colocou os quatorze livros da *Próte Philosophía*, que ratavam de questões de ordem mais elevada do que a da física.” (NASCENTES, 1966).

<sup>6</sup> (ABBAGNANO, 2007. p. 660-667).

<sup>7</sup> (SANTOS, 2014. p. 1-23).

<sup>8</sup> (ABBAGNANO, 2007. p. 136-140).

concepção influenciada inicialmente por pensadores gregos ao substituírem paulatinamente as explicações míticas sobre a origem, essência, estrutura e ordem do mundo por uma atitude contemplativa e reflexiva sobre as coisas, havendo posteriormente no decorrer da história um processo de diferenciação entre essas duas formas fornecer a “*imagem do mundo*”, provocado principalmente pela ciência ao delimitar na “*esfera da experiência sensível*” à validação do conhecimento produzido, principalmente através da observação e experimentação e do uso de métodos e instrumentos voltados para formar uma descrição racional de todos os fenômenos.<sup>9</sup>

Neste processo, a linguagem assumiu o papel de campo no qual as diferenciações entre metafísica e ciência são estabelecidas, através de debates/diálogos/disputas entre pesquisadores das mais variadas correntes de pensamento, sendo a verificação conclusiva dos enunciados através de procedimentos crítico-dedutivos de falseamento (ao invés de procedimentos positivo-indutivos de verificação da veracidade das teorias) o caminho considerado por Karl Raimund Popper como sendo o único viável de enfrentamento do Problema de Demarcação. Sobre este aspecto, Popper rejeita o método de indução como uma postura básica capaz de propiciar a demarcação entre a ciência (baseada em fatos) e a especulação metafísica. Ao contrário de uma perspectiva positivista de corroboração factual para atestar a validade e veracidade de um enunciado (visando aniquilar a metafísica como via válida de conhecimento), Popper assume uma perspectiva crítica na busca de falseamento lógico e empírico dos enunciados para coloca-los a prova e aproxima-los da verdade, entendendo que a metafísica (sob a perspectiva indutivista) também proporciona alternativas de hipóteses viáveis de serem submetidas ao crivo da ciência<sup>10</sup>. Neste sentido,

(...) a falseabilidade enquanto critério de demarcação responde satisfatoriamente o problema de decidirmos se e quando uma dada teoria pode ser considerada científica ou não científica. Se, além disso, mantivermos atenção à argumentação do austríaco, poderemos notar também que seu critério de demarcação não visa um ‘rebaixamento’ de todas as teorias metafísicas – como ocorre na filosofia Neo-Positivista – mas apenas à possibilidade de uma melhor distinção entre os discursos que remetem ou não ao nosso mundo de experiência e que a irrefutabilidade característica dos discursos metafísicos não os tornam imunes a eventuais críticas (CASTRO,2013. p. 120).<sup>11</sup>

Entretanto, por mais que o processo de demarcação popperiana possibilite identificar a

<sup>9</sup> Para um primeiro resgate dos elementos envolvidos no surgimento, na diferenciação, nos afastamentos e nas aproximações entre metafísica e ciência sugerimos a leitura de Giusti (2013) que aponta convergências entre a metafísica e ciência contemporânea.

<sup>10</sup> (POPPER, 1987. p. 27-98).

<sup>11</sup> (CASTRO, 2013).

consistência de enunciados através de suas respectivas capacidades de resistir as análises críticas de falseamento, deve-se estar atento aos limites existentes na intenção de separar ciência e metafísica<sup>12</sup>, na medida em que a investigação “*da manifestação*” e “*da essência*” são convergentes e indissociáveis de seu objeto de estudo. Este aspecto é ressaltado sob diversos pontos de vista, sendo oportuno resgatarmos, sobre esta questão, as observações de Abrantes<sup>13</sup>, ao concluir suas reflexões sobre as conexões entre ciência e metafísica sob a ótica da filosofia naturalista, e de Batista<sup>14</sup>, ao argumentar a necessidade do reposicionamento da metafísica analítica a partir do conceito de “*união em complementaridade*” com a ciência. Segundo Abrantes,

De um ponto de vista naturalista não faz sentido demarcar, de forma absoluta, o trabalho filosófico do trabalho científico, tanto ao nível da natureza dos seus respectivos produtos teóricos, quanto ao nível dos métodos empregados.

A Filosofia, em particular a Metafísica, que estamos enfocando neste texto, distingue-se da Ciência somente quanto ao grau de generalidade e de abstração dos seus produtos. Quanto mais geral e abstrato o produto (ou o problema enfocado), menos dependente é a especulação metafísica de resultados particulares das Ciências. Quanto menos geral e abstrato, mais a especulação metafísica pressupõe conhecimento científico (empírico) específico. Na outra direção, podemos supor que quanto mais 'fundacional' e abstrato é o trabalho desenvolvido pelos cientistas, mais ele se aproxima da especulação metafísica e filosófica em geral. As discussões atuais em torno das interpretações da Mecânica Quântica são eloquentes nesse contexto.

No plano metodológico, dependendo do tipo de problema enfocado, os métodos empíricos [*data-driven*] são claramente limitados e precisamos nos apoiar em construções teóricas, em métodos *theory-driven*, mais especulativos, ou mesmo lançar mão de *Gedankenexperimente* e vários tipos de simulação. Os métodos mais especulativos não são "próprios" da Filosofia-podem ser e são, efetivamente, usados em áreas de ponta nas Ciências (ou em pesquisas de fundamentos). O uso extensivo que se fez de experiências de pensamento na física relativística e quântica é um exemplo disso. (ABRANTES, 2004. p. 231).

Para Batista, a conexão entre as dimensões conceituais e factuais encontra-se tecida em todo processo de representação da realidade assumindo que

(...) a ciência é indissolivelmente infundida pela metafísica nos seus aspectos ordinários, desde o topo (teoria) até as bases (experiências). Por conseguinte, é crucial pôr a descoberto

<sup>12</sup> Este limite é evidente quando Popper afirma em nota que “(...) eu apresento o critério de falseabilidade como critério de demarcação, mas *não como critério de significado*. (...) A falseabilidade separa duas classes de enunciados perfeitamente significativos: os falseáveis e os não falseáveis; traça uma linha divisória no seio da linguagem dotada de significado e não em volta dela” (POPPER, 1987. p. 42).

<sup>13</sup> (ABRANTES, 2004).

<sup>14</sup> (BATISTA, 2014).



as suposições metafísicas das nossas melhores teorias do mundo, não só porque é parte importante para a compreensão do mundo, como da *verdade*.

Alguém poderia objetar que a ciência procede perfeitamente bem em deixar muitas questões metafísicas por responder. Em certo sentido isto até pode ser correto, especialmente se alguém considerar “perfeitamente bem” apenas como fazendo boas previsões. Contudo, se nós abarcarmos a explicação e a compreensão como elementos cruciais para uma boa teoria (como deveria ser), então já não é possível concordar com a afirmação anterior. A mecânica quântica de Bohr pode ser uma excelente teoria para fazer previsões, porém deixa muitas questões metafísicas em aberto (ou confusas), trazendo consigo um grande custo a nível explicativo e de compreensão.

A questão da interpretação não é de todo externa à física, ou pelo menos, na medida em que no passado também os físicos se questionaram se existiam átomos ou éter, de qualquer das formas, a necessidade de complementar a imagem física da realidade com o mundo da nossa experiência, e respectiva significação metafísica de como nosso mundo *é*, parece-nos ser uma tarefa essencial da metafísica para com a ciência. (BATISTA, 2012. p.169-170).

A partir dos pressupostos e considerações agrupados, e em resgate à questão central deste breve ensaio, extraio o seguinte posicionamento pessoal que pode servir de base para continuidade do diálogo entre aqueles que se debruçam sobre este assunto:

*“Por mais que o problema de demarcação popperiano seja um caminho plausível e útil para identificar a consistência de enunciados que versam sobre as coisas, através de suas respectivas capacidades de resistirem às análises críticas, e nos aproximarmos cada vez mais da verdade, não é possível afirmar que ele transmite a mais fiel concepção contemporânea da divisão entre enunciados científicos e metafísicos, na medida em que a construção, interpretação e experimentação das imagens do mundo se apresentam indissociavelmente conectadas. Sobre esta ótica podemos afirmar que a distinção entre enunciados científicos e metafísicos está mais afastada de uma linha demarcatória do que de uma região de interseção entre estas duas vias de desenvolvimento de saberes”.*

## **2. EXISTEM VÍNCULOS ENTRE METAFÍSICA E PENSAMENTO MODERNO?**

Para discorrer sobre a indagação acima, o recorte dado por este breve ensaio se configurou por traços que circunscreveram a questão do pensamento metafísico em torno de cinco textos relacionados com o debate de autores alemães ocorrido na década de 1980 sobre a relação da

metafísica com o pensamento moderno<sup>15</sup>. Assumindo de forma preliminar uma postura favorável sobre a importância e relevância da ligação entre metafísica (ancorada em questões fundamentais oriundas da autoconsciência humana) e o pensamento moderno (voltado predominantemente para leitura da realidade ancorada na noção de razão humana), o presente ensaio estabelece uma rota que evita se deter profundamente nas tessituras contextuais e posicionais do referido debate, e sim, apenas estabelecer uma linha expositiva dos elementos que reforçam a compatibilidade da metafísica ao pensamento moderno.

Para fazer jus a uma das duas perspectivas de referência ao debate que inspirou a elaboração dos textos que serviram de fonte para sustentar as exposições contidas no presente ensaio, vale resgatar, mesmo que superficialmente, alguns argumentos que defendem a metafísica como um elemento que se exclui ao pensamento moderno<sup>16</sup>.

Nesta visão, o sujeito não é concebido como possuidor, por si só, da capacidade de tornar-se consciente de si sem um processo fundante de interação linguística construída, e construtora, de estruturas semânticas que determinam nossa compreensão de mundo. Sobre este aspecto, vale destacar as observações de Habermas ao afirmar que

(...) Henrich, com seu princípio da filosofia do sujeito, fecha a si mesmo o acesso a uma esfera que o próprio Hegel já levava em conta como sendo a do espírito objetivo. Como na arquitetônica kantiana, também em Henrich as ciências sociais e as da cultura não encontram um lugar entre uma pesquisa, em última instância fisicalista, da natureza exterior e auto-esclarecimento transcendental do espírito. Os domínios a cultura e da sociedade, simbolicamente pré-estruturados e constituídos linguisticamente, exigem um elemento intermediário entre a pesquisa e o pensamento, entre a racionalidade da objetivação e da vida consciente. (HABERMAS, 1990. p. 267-268).

Enquanto as ciências empíricas, voltadas para a natureza, forem consideradas como a única autoridade racional, o sujeito é pressionado a se compreender *somente* a partir das coisas. Ao contrário, quando a reflexão do sujeito que se torna consciente de si mesmo é dirigida contra si e radicaliza até os confins do insondável, a base da autonomia começa a oscilar – a subjetividade passa a ser então uma bolha no pântano da rude auto-afirmação. Henrich

<sup>15</sup> Os cinco textos estão relacionados com o debate ocorrido na década de 1980 entre Dieter Henrich e Jürgen Habermas sob o papel da metafísica no pensamento moderno. Os textos elencados foram os seguintes: 1º) “Retorno à Metafísica: Uma Recensão” publicado por Habermas como anexo do livro “Pensamento Pós-Metafísico: Estudos filosóficos” (HABERMAS, 1990), texto originalmente publicado em 1985 e que abre o ápice do debate entre os dois autores; 2º) “O que é metafísica? O que é modernidade? Doze teses contra Jürgen Habermas”, publicado originalmente em 1987 (HENRICH, 2009); 3º) “A Metafísica e sua Crítica: sobre o debate entre Jürgen Habermas e Dieter Henrich em torno da metafísica”, publicado originalmente em 1988 (GERHARDT, 2013); 4º) Intersubjetivismo versus subjetivismo? Algumas considerações sobre a controvérsia Habermas-Henrich a partir das “Doze teses contra Jürgen Habermas” (MATTOS, 2009) e 5º) “Toda crítica da metafísica é metafísica” (MATTOS, 2013).

<sup>16</sup> Especificamente os argumentos Habermesianos calcados na construção fundante do sentido através do campo da linguagem e da intersubjetividade consolidada em um agir comunicativo, em contraponto à perspectiva metafísica de Dieter Henrich, calcada em uma construção fundante do sentido através do campo da natureza humana subjetiva consolidada a partir do processo de autoconsciência do indivíduo.

acredita poder conjurar esse duplo perigo de auto-reificação objetivista e de uma autodissolução niilista através de uma divisão de poderes. Ele deixa o mundo natural entregue às ciências que se definem pelos procedimentos e a uma análise que se ocupa da ontologia das coisas e das propriedades – em síntese: deixa isso entregue à *pesquisa*. Ao mesmo tempo, ele investe a filosofia ou o *pensamento* nos direitos herdados de um auto-esclarecimento metafísico da vida consciente. (HABERMAS, 1990. p. 267-268).

Sob esta perspectiva, não é permitido ao pensamento moderno, característico pelo esforço sistematizado de leitura objetiva da realidade ancorada na noção de razão humana, conceber ao indivíduo, por si só, a compreensão do sentido, da completude e do próprio pensar, sendo estes processos inseridos em um domínio representado pela interação linguística do indivíduo em seu coletivo. Entretanto, por mais que seja evidente a influência dos domínios linguísticos da cultura e da sociedade no estabelecimento da representatividade e compreensão do mundo, esta via de pensamento estabelece um posicionamento que exclui possíveis diálogos entre os campos da metafísica e do pensamento moderno, conforme destaca Mattos:

Habermas se vale desse comentário para afirmar a incompatibilidade da metafísica com as sociedades modernas, onde o acúmulo de “outras contingências” inviabilizaria, em princípio, a formação de um pensamento identitário do todo social. Embora não possa negar, face às transformações por que passaram as sociedades capitalistas nos últimos duzentos anos, a imensa dificuldade envolvida na tarefa de pensar hoje um sentido “totalizante” para o mundo, a aposta de Henrich é contrária à de Habermas (...) ele dirá que o caminho para enfrentar essa dificuldade está não no abandono, mas, muito pelo contrário, no *revigoramento* da metafísica moderna, cuja “compatibilidade” com as sociedades atuais estaria enraizada em nossa própria natureza humana subjetiva. (MATTOS, 2009. p. 57).

Inclusive, vale ressaltar que esta incompatibilidade afirmada entre metafísica e pensamento moderno não descarta o risco de estabelecimento do dogmatismo na ciência, na medida em que

Qualquer ciência – seja ela natural ou humana – que vire as costas à filosofia e, circunscrita ao seu ângulo específico de análise do real, afirme *prescindir* de uma reflexão crítica sobre os *limites* do conhecimento (objeto próprio a toda “metafísica futura que queira apresentar-se como ciência”, para lembrar a célebre formulação de Kant) torna-se dogmática e, pelo excesso de pretensão, *metafísica* (no sentido pré-kantiano do termo). (MATTOS, 2013. p. 99-100).

Neste momento de nosso breve ensaio, convém trazer a margem alguns argumentos que

buscam sustentar a inevitabilidade do vínculo entre metafísica e pensamento moderno extraídos das reflexões reativas de Henrich (2009) agrupadas em doze aspectos, conforme quadro 1.

QUADRO 1- Argumentos que vinculam metafísica ao pensamento moderno. (Continua...)

ASPECTOS	OBSERVAÇÕES
1. Determinação do lugar da metafísica	A metafísica da completude não é, portanto, um empreendimento temerário que estivesse simplesmente entregue àquela disposição de que derivamos nossos programas teóricos. Ela não é, como tal, nem um assunto da ciência, portanto um produto da curiosidade teórica, nem tampouco uma faculdade construtiva a que pudéssemos recorrer por uma pura necessidade vital. Ela é um assunto da razão e, enquanto tal, da humanidade. Devido a esta sua origem, a racionalidade exigida pela metafísica da completude não está comprometida com que seus pensamentos tenham de ser justificados segundo um procedimento científico de prova. (p. 86). É importante deixar claro que a nova determinação kantiana da metafísica, inteiramente moderna, originou-se de uma associação com o pensamento que se manifesta em cada homem e que, embora voltado à autocompreensão, não se desvincula nem se deixa desvincular de seus esforços para dar a esta vida uma forma e não deixá-la simplesmente acontecer, mas “conduzi-la” de modo consciente. (p. 86-87).
2. Hiperteoria ou ceticismo?	“(...) Mesmo todos os desprezadores da metafísica, que querem se dar a aparência de uma grande elevação intelectual, têm eles próprios, Voltaire incluído, a sua própria metafísica. <i>Porque</i> cada um tem de pensar algo a respeito de sua própria alma.” (p. 89).
3. Autodescrições	Fica assim indicado, <i>ex negativo</i> , o ponto de partida para a colocação do problema da filosofia relativamente à metafísica, que se colocou como tarefa, em seu decurso, auxiliar a consciência moderna a atingir expressão e clareza. Ela reconheceu, como um achado que não repousa em ilusão ou equívoco, que a autocompreensão do homem conduz a um conflito entre as duas autodescrições aparentemente evidentes daquele que, seja por meio de pressuposições incontornáveis, seja numa reflexão espontânea, chega a conceitos que se aplicam a ele mesmo. (p.90).
4. Conflito no início	Quanto mais nos detenhamos sobre ele, mais nos asseguramos de que “reflexão” é um termo fundamental no pensamento da modernidade. Pelo menos duas brilhantes descobertas estão nele reunidas. Primeiramente, a consciência das diferenças entre os modos de compreensão que se formaram na espontaneidade da vida consciente. (...) “Reflexão” significa então, em segundo lugar, uma tomada de distância em relação às tendências primárias, seja dos modos de compreensão seja das autodescrições, e de um modo tal que com ela se abre então uma dupla possibilidade quanto a encontrar para os fatos primários de nossa vida consciente uma posição estável, a qual certamente não conduz à abstinência frente a pensamentos últimos: ou bem os modos do conhecimento e do comportamento conduzido por idéias, e sobretudo os conceitos de mundo neles pressupostos, deixam-se reunir num todo sob o reconhecimento de suas diferenças (...) ou então se deve ver como ilusão aquilo que orienta os discursos primários e aquilo que é neles pressuposto (...). (p.92)
5. Distância e síntese	

Fonte: Extraído de Henrich (2009)

QUADRO 1- Argumentos que vinculam metafísica ao pensamento moderno. (Continuação...)

ASPECTOS	OBSERVAÇÕES
6. Naturalismo no fim das contas?	Para o restante da história da modernidade, porém, foi a outra possibilidade da distância reflexiva em relação às tendências primárias da vida quem forneceu o verdadeiro princípio condutor: a solução dos conflitos primários através do discernimento das ilusões, de cuja aceitação eles são inteira ou essencialmente dependentes, e, portanto, de uma descrição naturalista do mundo. Ela encontra apoio, por seu turno, numa autodescrição do homem que tem seu impulso não tanto em formas discursivas e em suas pretensões de valor, mas antes na experiência cotidiana do homem – nas circunstâncias de geração e morte, hereditariedade e doença, nas observações sobre a continuidade das espécies, que incluem a espécie humana (...) (p.94).
7. A alternativa	Nós temos, assim, de diferenciar o naturalismo no interior da metafísica do naturalismo verdadeiramente moderno, que é o redutivo. Junto a eles também um

terceiro poderia ser listado: o naturalismo do senso comum, sem pretensões teóricas profundas. (...). (p.97).

Já se tornou claro que o empreendimento de elaborar pensamentos últimos e, portanto, unificadores, por meio dos quais a vida consciente se compreende a si mesma, não pretende superar a ciência com os meios que lhe são próprios, não aspira a uma teoria da fundamentação e não está comprometido com o estabelecimento de um além-mundo. A esta seqüência de critérios negativos podem ser acrescentados ainda outros – por exemplo este: que o sucesso do empreendimento não depende de que se possa justificar o realismo no conhecimento do “mundo exterior”, nem tampouco de que sua completude se encontre em um conhecimento das coisas em seu ser em si. (...) O verdadeiro mundo dos metafísicos modernos não foi nenhum além-mundo, nem tampouco um mundo da objetividade face ao qual o conhecimento, enquanto tal, permanecesse não interpretado. (p. 99).

Ainda assim, é sem dúvida necessário reconhecer que a teoria dos signos, em especial sua semântica (sua teoria dos significados), abriu novos caminhos para o esclarecimento de velhas questões e tarefas teóricas da filosofia. Questiona-se apenas se esse impulso teórico pode ser interpretado como uma mudança histórica de paradigma, graças à qual a autoconsciência, até então manipulada numa posição teórica oculta, mas agora tendo de ser vista como infundada e questionável também enquanto forma de vida, poderia obter a sua redenção por meio da passagem à comunidade comunicativa de um mundo da vida comum. (p. 103).

(...) A sua atualidade está em romper o dogma da precedência auto-suficiente da interação linguística frente à autoconsciência, que teria, por seu turno, de deduzir-se inteiramente daquela. Juntamente com outras flexibilizações da cena teórica, esses teoremas ajudam a impedir que as formas de construção conceitual e esclarecimento contidas nos motivos de pensamento da metafísica moderna continuem a ser vistas, como o eram antes deles, como mergulhadas na obsolescência. (p.105-106).

Fonte: Extraído de Henrich (2009)

8. Mudança de paradigma?

9. Autoconsciência e forma linguística

QUADRO 1- Argumentos que vinculam metafísica ao pensamento moderno. (Continuação...)

ASPECTOS	OBSERVAÇÕES
10. Comunicação em vez de subjetividade?	<p>Pois é evidente que o funcionamento da comunicação linguística contém uma relação do falante consigo mesmo – como uma de suas condições constitutivas, tão originárias quanto a forma da proposição com sujeito e predicado. (...) nós ainda estamos longe de obter uma licença para pensar em uma metafísica que se organize a partir da auto-relação da vida consciente. Na verdade, aproximamo-nos bem mais do naturalismo, num ponto que lhe é fundamental. Pois ele tem de partir justamente do princípio de que as operações comunicativas, e todas aquelas que, em geral, envolvem um “entendimento” de “significados”, são concebíveis, em última instância, como processos funcionais do córtex cerebral. Mesmo que a sua forma só se converta em capacidade de fala em seres vivos socializados, ela é, enquanto tal, a base individual de todas as suas ocorrências e de todo o seu uso efetivo. E nós devemos aproveitar o ensejo para notar que nela os processos funcionais correspondem às operações complexas e multifárias que podemos observar no desenvolvimento da inteligência. (p.108-109).</p>
11. Esperança e pressa	<p>À problemática de como deve ser determinada a posição da auto-relação no agir linguístico corresponde diretamente, num nível bem mais elevado, uma outra problemática: como pode a sociabilidade do homem ser compreendida, sem redução, no estágio de desenvolvimento da inteligência da humanidade que é capaz de um elevado grau de cultura. A ela pertencem tanto a relação íntima da co-humanidade, que não pode ser desvinculada dos grupos sociais, como a auto-realização em associações estabilizadas com base no intercâmbio de argumentos – ou seja, a relação eu-tu de Buber e a “esfera pública” de Habermas. (p.109-110).</p>
12. A recusa do pensar	<p>Quem fala em “autocompreensão” e em uma vida consciente que, enquanto tal, se organiza por meio de auto-relações tem, de fato, que distanciar-se desse teorema de maneira expressamente fundamentada. Nós não podemos, por fim, simplesmente saudar, salvar e compreender o discurso da modernidade, com o abandono desse teorema, numa vida esvaziada em nossa linguagem teórica. (p. 114).</p>

(...) apenas no comportamento interativo dos indivíduos, e nos fundamentos complexos neles atuantes, que se baseia a formação do conceito de “mundo da vida”? Ou é necessário trazer ao primeiro plano as formas de associação anteriores aos indivíduos, as quais sem estes não poderiam existir, mas são deles independentes, do ponto de vista de seu estatuto “ontológico”, na medida em que determinam o seu comportamento social do mesmo modo como o espaço newtoniano determina as posições dos corpos em seu interior? Por acaso as instituições também são entidades desse tipo? Se é constituída segundo uma orientação filosófica, a teoria social tem de ponderar sobre essas alternativas. Pode-se até deixá-las de lado – por meio de um retorno em nova chave, por exemplo, a argumentos inspirados na filosofia transcendental e no pragmatismo –, mas somente depois que os prós e contras de ambas tenham sido examinados a fundo. Depois de passar por isso, poder-se-ia reconhecer, na clareza ampliada e no cuidado das construções conceituais da teoria social, a renovação de uma perspectiva baseada na limitação do conhecimento. (p.115).

Fonte: Extraído de Henrich (2009)

Após percorrer os argumentos apresentados acima, torna-se evidente a inviabilidade da sustentação de uma filosofia inteiramente desprovida de elementos metafísicos, em especial quando tratamos da concepção moderna de pensamento, conforme afirma Gerhardt (2013)

Com isso, não apenas ficaram evidentes as opções metafísicas das ciências empíricas, mas também ficou claro que discussões a respeito dos fundamentos não podem ser conduzidas em uma disciplina realmente desprovida de elementos metafísicos. É claro que cada um tem a opção de evitar essas discussões por razões pragmáticas. Mas não há qualquer razão imanente à ciência para descartar a metafísica como velharia inútil. Mais ainda: não há qualquer critério racional para uma exclusão obrigatória da metafísica do discurso racional. Como disse há anos Wolfgang Stegmüller, extraíndo uma consequência da autocrítica do Círculo de Viena, “só se pode lutar contra a metafísica com outra metafísica. (GERHARDT, 2013. p. 116).

Saber falível e consciência filosófica estão tão próximos um do outro quanto a pesquisa científica e a metafísica: eles somente se juntam na consciência de um ser humano que se interessa pelos fundamentos de seu saber e de seu agir e que só pode reconhecer como fundamento aquilo que *ele próprio* assim compreende. (GERHARDT, 2013. p. 129).

Frente as reflexões que foram tecidas, no que diz respeito aos pontos de vista favoráveis e contrários à adoção do pensamento metafísico, direcionamos as considerações finais na direção de assentir não só os vínculos, mas também a importância e relevância da ligação entre metafísica (ancorada em questões fundamentais oriundas da autoconsciência humana) e o pensamento moderno, caracterizado pelo esforço consciente voltado para leitura da realidade (descrição/explicação/previsão) ancorada na noção de *razão* humana.

### 3. A METAFÍSICA NO SÉCULO XXI É TOTALMENTE (OU PARCIALMENTE) DISPENSÁVEL?

No que tange à indagação referente a dispensabilidade, ou não, de uma metafísica no século XXI também destaco duas considerações que percebo como relevantes. A primeira, diz respeito a característica intrínseca do ser humano em buscar compreender a essência das coisas e a segunda diz respeito aos desafios inerentes a metafísica neste século.

No que se refere a primeira consideração, podemos apontar para a característica atemporal das questões metafísicas, visto que as indagações referentes à essência, ao sentido e ao propósito das coisas acompanharam o homem, na qualidade de ser pensante, social e cultural, desde a sua existência. Já no que diz respeito aos desafios inerentes a metafísica neste século, acho oportuno resgatar alguns pontos baseados nas reflexões de Vaz<sup>17</sup> e de Domingues<sup>18</sup>.

Frente as drásticas mudanças econômicas, culturais e tecnológicas ocorridas no século XX, que desaguam exponencialmente no transcorrer do século XXI (mudanças essas consideradas como efeitos provenientes dos paradigmas da modernidade)<sup>19</sup>, percebe-se um processo crescente, já em plena manifestação, de prevalência sem precedentes de uma humanidade que se configura como civilização predominantemente científico-tecnológica. Sobre este aspecto, a ética ganha destaque como campo promotor de questões metafísicas relevantes a serem enfrentadas neste século. Conforme destaca Vaz (2000, p. 160-161) em suas reflexões sobre as relações entre metafísica e teologia contemporânea,

“A civilização que se anuncia no século XXI será uma civilização eminentemente *científico-tecnológica*. Será portanto, normalmente, uma civilização na qual os problemas *éticos* formarão a chave de abóbada do universo simbólico. Ora, a reflexão sobre os fundamentos da *Ética*, tarefa que se imporá sempre mais imperiosamente à reflexão filosófica, irá exigir uma recuperação do esquecimento do Ser para além das fronteiras da razão operacional e uma retomada do exercício da *Erinnerung*<sup>20</sup> metafísica.

Os atores da civilização que deverá prevalecer no século XXI partilharão sem dúvida conosco da mesma *natureza* do ponto de vista da descendência biológica. Poderá neles ser reconhecida alguma continuidade com o passado atestada por invariantes *culturais*? Se considerarmos a cultura *material*, tudo indica que a distância entre eles e seus ascendentes das civilizações passadas será cada vez maior. No domínio da cultura *simbólica*, a menos que uma possível mas imprevisível transformação tenha também atingido o seu *espírito* e os tenha tornado totalmente estranhos e indiferentes ao passado espiritual, sobretudo ético-religioso, do qual procederam, o vínculo mais permanente e resistente que os ligará a nós

<sup>17</sup> (VAZ, 2000).

<sup>18</sup> (DOMINGUES, 2006).

<sup>19</sup> Para uma reflexão mais detida sobre os processos e efeitos envolvidos com as influências do paradigma da modernidade na contemporaneidade, sugere-se percorrer nos trabalhos de Souza Santos (2005), Castells (1999) e Bauman (1999).

<sup>20</sup> “*Erinnerung*”- Palavra alemã que significa “Memória”.

será a interrogação sobre as *razões de viver*. Vale dizer que o campo dos problemas *éticos* será provavelmente o invariante cultural mais certo que estará presente no universo simbólico de uma nova civilização.”

A ética também ganha corpo nos argumentos de Domingues ao refletir sobre os desafios que a filosofia, ciência e sabedoria se defrontam no século XXI frente a uma humanidade fundamentada predominantemente em uma base de saberes que tende a afastar a dimensão filosófica-metafísica das dimensões relacionadas com a produção e uso de conhecimentos científico-tecnológicos que priorizam saberes nos campos da matemática, física, engenharia e biologia. Sobre este aspecto,

“Além de repensar a práxis científica em toda a sua extensão, a re-ligação da ciência e da sabedoria leva à ética, e com ela à questão das escolhas e dos limites, bem como à necessidade de discutir e parametrizar o engajamento e a responsabilidade moral do cientista, face à neutralidade axiológica da ciência. É aqui que entra a questão da técnica, tanto mais importante que, ao potencializar a ação e o poder dos homens sobre as coisas, num processo irresistível rumo ao infinito insondável, a técnica ou, antes, a tecnologia foi capaz de redefinir a relação entre a ética e a ciência em escala, extensão e profundidade, criando um mega-problema que a filosofia ainda não sabe formular, menos ainda resolver. Ora, sendo a ética o que é, a um só tempo uma disciplina teórica e uma instância reguladora, ao comparar a ciência e a técnica o filósofo descobre que uma coisa é regular a ciência e a mente divina do cientista, que não quer ser regulado e pede um cheque em branco para suas pesquisas, outra coisa é regular a fabricação de bombas, a re-engenhagem do corpo humano, o patenteamento de DNA e a criação de bancos de células-tronco. Ou seja, a regulação da tecnologia, envolvendo o direito, a política, a economia e a moral, terreno em que não sabemos se o cientista e o engenheiro estão brincando de Deus ou pactuados com o Diabo – por isso, todo cuidado é pouco; não é só uma questão de moralizar e esperar que a bela alma faça o resto; além do direito e da política, que também são instâncias reguladoras, é uma matéria da sabedoria e assunto da *phronesis* ou do saber prático, antes de ser um capítulo da técnica ou um assunto da ciência.” (DOMINGUES 2006, p.19)

No que se refere a noção de uma “Metafísica da Ciência” tendo como base uma perspectiva realista-moderada-sintética do pensamento científico<sup>21</sup>, vale destacar que as inquietações básicas, dentre outras, giram em torno de saber se as teorias científicas representam a realidade e se os relatos fornecidos pela ciência legitimam a existência de “Leis da natureza”.

Neste sentido, circunscrito a proposta de Ghins<sup>22</sup>, as teorias científicas são entendidas como

<sup>21</sup> Perspectiva Realista-Moderada-Sintética do pensamento científico baseada na obra de Ghins (2013)

<sup>22</sup> Para mais detalhes, além da obra impressa, ver Curso “Representação, Realismo e Leis Científicas proferido por Michel Ghins na Escola Paranaense de História e Filosofia da Ciência, realizada de 10 a 13 de agosto de 2011. Disponível em: <<https://www.youtube.com/playlist?list=PL5B96FCCFAC3DBA63>>. Acesso em: 04 ago. 2020.



conjuntos de modelos e proposições capazes de traduzir a realidade percebida. Estas teorias (através de rigor metodológico, teórico e empírico) se apresentam como estruturas representativas de determinadas propriedades abstraídas dos fenômenos, estabelecendo subsequentemente proposições que atribuem propriedades a certas entidades.

Estas proposições descritivas e explicativas, por adequação à realidade empírica, são consideradas leis científicas que reivindicam o estatuto de leis da natureza “por aproximação”, isso é, aproximadamente verdadeiras.

Sobre este aspecto, a dimensão explicativa das leis assume o processo causal como fator conectivo entre fenômenos através da noção de necessidade e de propriedades irreduzíveis dos entes consideradas como componentes indissociáveis da essência que caracteriza estes entes como tais. O argumento da existência destas propriedades disposicionais irreduzíveis (poderes causais) integra, desta forma, a base lógica da “metafísica da ciência” sob a perspectiva realista-sintética do conhecimento científico.

Tecendo as considerações finais, e tendo como base as reflexões anteriores, somos, desta forma, levados a crer que, integrado ao pensamento científico, a metafísica no século XXI se torna elemento indispensável como dimensão promotora de questões fundantes no desenvolvimento e uso do conhecimento humano sob os aspectos da essência, sentido e finalidade.

## REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, Nicola. *Dicionário de Filosofia*. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ABRANTES, Paulo. Metafísica e Ciência: o caso da Filosofia da Mente. In: CHEDIAK, Karla; VIDEIRA, Antonio Augusto Passos (Org.). *Temas de Filosofia da Natureza*. Rio de Janeiro: UERJ, 2004. p. 210-239. Disponível em:

<[https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/16098/3/CAPITULO\\_MetafisicaCienciaCaso.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/16098/3/CAPITULO_MetafisicaCienciaCaso.pdf)>.

Acesso em: 07 maio 2020.

BATISTA, Ricardo Barroso. Crítica à metafísica analítica contemporânea e reposicionamento da metafísica face à ciência, num compromisso ôntico com a verdade. *Revista Portuguesa de Filosofia*, v. 68, n. 2, p. 1-23, 2014. Disponível em:

<<https://www.jstor.org/stable/41955628?seq=1>>. Acesso em: 07 maio 2020.

BAUMAN, Zygmunt. *Modernidade e ambivalência*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1999.

CASTELLS, Manuel. *A sociedade em rede*. 3. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

- COMTE, Auguste. Curso de Filosofia Positiva. Os Pensadores: Comte. São Paulo: Nova Cultura, 1988.
- DOMINGUES, Ivan. Desafios da filosofia no século XXI: ciência e sabedoria. *Kriterion: Revista de Filosofia*, v. 47, n. 113, p. 9-25, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/kr/v47n113/31139.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- GERHARDT, Volker. A Metafísica e sua Crítica: sobre o debate entre Jurgen Habermas e Dieter Henrich em torno da metafísica. *Revista Cadernos de Filosofia Alemã*, n. 21, p. 103-130, 2013. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/filosofiaalema/article/view/64742/67359>>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- GHINS, Michel. Uma introdução à metafísica da natureza: Representação, realismo e leis científicas. Curitiba: Editora UFPR, 2013.
- GIUSTI, Marcos Vinício Guimarães. *Da substância ao Processo: a mudança da base metafísica da ciência no Século XX*. 2013. 130 f Tese (Doutorado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia)- PPGHCTE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://objdig.ufrj.br/10/teses/798964.pdf>>. Acesso em: 07 maio 2020.
- HABERMAS, Jurgen. *Retorno à Metafísica: Uma Recensão*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1990.
- HENRICH, Dieter. O que é metafísica? O que é modernidade? Doze teses contra Jurgen Habermas. *Revista Cadernos de Filosofia Alemã*, n. 14, p. 83-117, 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/filosofiaalema/article/view/64814/67431>>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- MATTOS, Fernando Costa. Intersubjetivismo versus subjetivismo? Algumas considerações sobre a controvérsia Habermas-Henrich a partir das “Doze teses contra Jurgen Habermas. *Revista Cadernos de Filosofia Alemã*, n. 14, p. 55-83, 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/filosofiaalema/article/view/64813/67430>>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- MATTOS, Fernando Costa. Toda crítica da metafísica é metafísica. *Revista Cadernos de Filosofia Alemã*, n. 21, p. 97-102, 2013. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/filosofiaalema/article/view/64742/67359>>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- MORFAUX, Louis-Marie; LEFRANC, Jean. Novo Dicionário da Filosofia e das Ciências Humanas. Verbetes “Metafísica”. Lisboa: Piaget, 2009.
- NASCENTES, Antenor. *Dicionário Etimológico Resumido*. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro-MEC, 1966. Verbetes “Metafísica”. p. 485.
- POPPER, Karl Raimund. *A Lógica da Pesquisa Científica*. São Paulo: Pensamento, 1987.
- SANTOS, João. O que é metafísica?. *Revista Compêndio em Linha de Problemas de Filosofia Analítica*, p. 1-23, 2014. Disponível em: <<http://compendioemlinha.lettras.ulisboa.pt/o-que-e-a-metafisica-pedro-santos/>>. Acesso em: 07 maio 2020.

SOUZA SANTOS, Boaventura de. *Pela mão de Alice: o social e o político na pós-modernidade*. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

STEINER, R. *Verdade e ciência: prelúdio para uma filosofia da liberdade*. São Paulo: Associação Pedagógica Rudolf Steiner, 1979). Disponível em: <<http://clubqualitativelife.com/pdf/pt/verdade-ciencia.pdf>> Acesso em: 07 maio 2020.

VAZ, Henrique C. de Lima. Esquecimento e memória do ser: sobre o futuro da metafísica. *Revista Síntese*, v. 27, n. 88, p. 149-163, 2000. Disponível em: <<http://www.faje.edu.br/periodicos/index.php/Sintese/article/view/741>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

# ***Capítulo 3***

---

## **LINHAS EPISTEMOLÓGICAS CONTEMPORÂNEAS E A QUESTÃO EPISTEMOLÓGICA**

**DOI: 10.29327/5241738.1-3**

Alexandre Gomes Galindo

## LINHAS EPISTEMOLÓGICAS CONTEMPORÂNEAS E A QUESTÃO EPISTEMOLÓGICA

Publicado na Revista Portuguesa Interdisciplinar  
ISSN 2184-8343 - V.2, n.01 2021

*Alexandre Gomes Galindo*

### RESUMO

A Epistemologia, concebida genericamente como teoria do conhecimento, traz para si a configuração de um campo do saber que busca refletir sobre as próprias bases do saber. Em seu escopo geral, ela aborda problemas lógicos, semânticos, gnosiológicos, metodológicos, ontológicos, axiológicos, éticos, estéticos e pedagógicos, tendo cada linha um conjunto de problemas específicos que abrem caminhos que possibilitam uma visão panorâmica e contemporânea do conhecimento como um fenômeno. O atual ensaio apresenta um breve resgate sobre as principais linhas epistemológicas contemporâneas que permeiam os diversos processos de desenvolvimento do conhecimento científico e suas respectivas questões centrais. A prática científica, como um ato epistemológico, remete o sujeito a assumir um envolvimento crítico e ético frente ao processo de construção do conhecimento, ao mesmo tempo em que o remete a assumir constantemente seu posicionamento como polo ativo no desenvolvimento do saber.

**Palavras-Chave:** Epistemologia; Linhas Epistemológicas; Conhecimento Científico.

### ABSTRACT

Epistemology, generically conceived as a theory of knowledge, is a field of knowledge that seeks to reflect on the very basis of knowledge. In its general scope, it deals with logical, semantic, gnosiological, methodological, ontological, axiological, ethical, aesthetic, and pedagogical problems, each line having a set of specific problems that open paths that enable a panoramic and contemporary view of knowledge as a phenomenon. This essay presents a brief review of the main contemporary epistemological lines that permeate the various development processes of scientific knowledge and their respective central issues. Scientific practice, as an epistemological act, leads the subject to assume a critical and ethical involvement in the process of knowledge construction, while constantly assuming its position as an active pole in the development of knowledge.

**Key-Words:** Epistemology; Epistemological Guidelines; Scientific Knowledge

## 1. LINHAS EPISTEMOLÓGICAS CONTEMPORÂNEAS E A QUESTÃO EPISTEMOLÓGICA

A palavra epistemologia tem sua origem do grego *episteme* (saber, conhecimento, ciência) e *logos* (estudo), cujo sentido pode ser associado a “*Teoria crítica da ciência, que pretende determinar o valor objetivo de seus princípios e de seus resultados*”<sup>1</sup>.

Referenciada em alguns contextos como gnosiologia, termo que também vem do grego *gnose* (conhecimento) e *logos* (estudo), a epistemologia, entendida como Teoria do Conhecimento, emerge como um modo de tratar o problema da realidade das coisas apoiando-se em dois pressupostos<sup>2</sup>:

1º o conhecimento é uma "categoria" do espírito, uma "forma" da atividade humana ou do "sujeito", que pode ser indagada em universal e em abstrato, isto é, prescindindo dos procedimentos cognoscitivos particulares de que o homem dispõe fora e dentro da ciência; 2º o objeto imediato do conhecimento é, como acreditava Descartes, apenas a idéia ou a representação; e a idéia é uma entidade mental, exista apenas "dentro" da consciência ou do sujeito que a pensa. Trata-se, portanto, de verificar: 1º se a essa idéia corresponde uma coisa qualquer, ou entidade "externa", isto é, existente "fora" da consciência; 2º no caso de uma resposta negativa, existe alguma diferença, e qual, entre idéias irrealis ou fantásticas e idéias reais.

Ao estabelecer um olhar sobre a perspectiva da epistemologia moderna, em especial no que se refere à discussão relacionada a origem do conhecimento<sup>3</sup>, encontramos abordagens fundamentadas no argumento de que todo o conhecimento, com exceção do lógico e do matemático, deriva da experiência, negando a existência de ideias inatas e admitindo inclusive que a mente encontra-se vazia antes de receber informações. Esta corrente de pensamento (denominada de empirista) tende a considerar que o conhecimento só é válido se estiver circunscrito aos limites da observação, rejeitando os enunciados metafísicos na medida em que são incapazes de serem submetidos à testes e controles. Esta abordagem do empirismo moderno é perceptível na obras de Francis Bacon (1561–1626), John Locke (1632–1704), David Hume (1711–1776) e Ludwig Wittgenstein (1889–1951). Ainda ancorado neste olhar sobre a origem do conhecimento, também encontramos as abordagens de pensamento racionalistas, percebidas nas obras de Descartes (1596–1650), Benedictus Spinoza (1632–1677) e Gottfried Leibniz (1770–1831), que sustentam a afirmativa de que tudo que existe possui causa inteligível, mesmo que não seja demonstrada de fato, privilegiando a razão *a priori* em detrimento da experiência e privilegiando a dedução como método de investigação filosófica. Sobre

<sup>1</sup> (JOLIVET, 1975. p. 77).

<sup>2</sup> (ABBAGNANO, 2007a. p.183).

<sup>3</sup> Baseado em Viana e Pereira (2009).

este aspecto, os racionalistas tendem a afirmar que a razão é a fonte principal do conhecimento e suas representações são as únicas que conduzem ao conhecimento lógico e válido. Além destas duas abordagens epistemológicas, encontramos nos trabalhos de Immanuel Kant (1724–1804) o esforço de síntese que inaugura a vertente de pensamento denominada de apriorismo ou criticismo, fundamentada na concepção de que todo o conhecimento surge com a experiência mas se organiza pelas estruturas *a priori* do sujeito. Sob este ponto de vista, o conhecimento é entendido como “síntese do dado na nossa sensibilidade e daquilo que o nosso entendimento produz, ou seja, o sujeito conhece porque possui categorias e conceitos puros *a priori*, que se adequam a experiência e que permitem conhecer; e completa, ‘não é a experiência que possibilita e que forma as categorias *a priori*; são antes estas que possibilitam a experiência’ ” (VIANA; PEREIRA, 2009. p.97).

Para apresentarmos algumas classificações representativas das linhas epistemológicas contemporâneas, torna-se conveniente lançar mão de uma noção ampliada de estudo do conhecimento que traz para si, não só a intenção de estudo metódico e reflexivo do saber, mas também de sua organização, formação desenvolvimento, funcionamento e de seus produtos intelectuais, consistindo na construção racional do conhecimento científico, e do seu processo gnosiológico, dos pontos de vista lógico, linguístico, filosófico, histórico, sociológico, político e interdisciplinar, tendo em sua aplicação a possibilidade de contribuir em:

Trazer à tona os pressupostos filosóficos (em particular semânticos, gnosiológicos (e) Ontológicos) de planos, métodos, ou resultados de investigação científicas de atualidade [;] Elucidar e sistematizar conceitos filosóficos, empregados em diversas ciências [;] Ajudar a resolver problemas científico-filosóficos, tais como o de saber se a vida se distingue pela teleonomia<sup>4</sup> e a psique pela inespacialidade [;] Reconstruir teorias científicas de maneira axiomática, pôr a descoberto seus pressupostos filosóficos [;] Participar das discussões sobre a natureza e o valor da ciência pura e aplicada, ajudando a esclarecer as idéias a respeito [e] Servir de modelo a outros ramos da filosofia, particularmente a ontologia e a ética. (BUNGE, 1980 apud TESSER, 1995. p.92-93)

Sobre esta perspectiva<sup>5</sup>, se apresentam como linhas contemporâneas a **Epistemologia Racionalista Crítica de Popper**; a **Epistemologia Genética de Piaget**; a **Epistemologia Histórica de Bachelard**; a **Epistemologia Arqueológica de Foucault**; a **Epistemologia Crítica de Habermas** e a **Epistemologia Pedagógica**. Compreendendo que o escopo que delinea o

<sup>4</sup> TELEONOMIA-Termo usado pelos biólogos modernos para indicar a adaptação funcional dos seres vivos e de seus artefatos à conservação e à multiplicação da espécie. Deu-se o nome de informação teleonômica à quantidade de informações que deve ser transmitida para que as estruturas vitais sejam realizadas e conservadas. TELEOLOGIA-Termo criado por Wolff para indicar "a parte da filosofia natural que explica os fins das coisas". O mesmo que *finalismo*. (ABBAGNANO, 2007b.) Na citação do presente ensaio, o termo tende a denotar "*Finalidade Própria*".

<sup>5</sup> (TESSER, 1995).

desenvolvimento da presente reflexão não nos permite um aprofundamento detalhado de cada linha epistemológica, optamos por destacar as principais características de cada vertente visando futuros aprofundamentos.

A **Epistemologia Racionalista Crítica**, cujo principal expoente é o filósofo e professor austríaco Karl Popper (1902-1994), tem nos problemas da indução, e da demarcação, a ancoragem de seus principais preceitos como linha contemporânea de estudo do conhecimento.

O termo indução é apresentado por Aristóteles, ao lado da dedução (*silogismo*<sup>6</sup>), como um dos caminhos pelos quais são estabelecidos os argumentos que sustentam as crenças, e cujo significado representa o procedimento em que, baseado nas observações singulares de casos específicos, são elaboradas leis e conclusões gerais, isto é, “*a passagem dos particulares ao universal*”<sup>7</sup>.

O processo indutivo, como procedimento lógico de construção do conhecimento, foi incorporado também por empiristas dos séculos XVI e XVII, os quais destacavam o papel do método experimental rigoroso, através de experiências minuciosas de vários casos particulares e da relação entre eles, para formular conclusões gerais, tendo em Francis Bacon<sup>8</sup> uma expressão marcante da abordagem dada por esta corrente do pensamento científico. Entretanto, enquanto a perspectiva aristotélica busca principalmente construir premissas de seus silogismos, a perspectiva indutivista adotada por Bacon procura através da observação de casos estabelecer uma representação geral e da experiência verificar empiricamente suas conclusões.

Na medida em que as ciências adotam os procedimentos indutivos, emergem incertezas nas conclusões obtidas tendo em vista a impossibilidade intrínseca da razão humana em garantir a exatidão absoluta nas generalizações devido a incapacidade inerente ao homem de captar intelectivamente a totalidade, bem como da inexistência de garantia de não ocorrência de mudanças condicionantes no decorrer do tempo. Este fato, detalhadamente exposto por Hume<sup>9</sup>, caracteriza o que se denomina de “*Problema da Indução*” e que basicamente, nestes termos, foi posto no mundo moderno.

Embora a integração entre as vias de indução e dedução gere significativos efeitos práticos para a humanidade, oriundos da produção de conhecimentos sistematizados através da validação de leis/teorias ou hipóteses indutivamente estabelecidas, por meio de desenhos metodológicos essencialmente empiristas indutivo-dedutivo (a exemplo de Comte), ou hipotético-dedutivo (a

<sup>6</sup> Segundo Aristóteles, “o silogismo é um argumento em que, dadas certas proposições, algo distinto delas resulta necessariamente, pela simples presença das proposições aduzidas. O silogismo é uma demonstração quando parte de premissas evidentes e primeiras, ou de premissas tais que, o conhecimento que delas temos, radica nas premissas primeiras e evidentes.”. (ARISTÓTELES, 1987. p. 9).

<sup>7</sup> Em seus próprios escritos Aristóteles esclarece que a “(...) indução, é a passagem dos particulares ao universal. Se o piloto mais hábil é o que sabe, e se a regra vale também para o cocheiro, então, de um modo geral, é o homem que sabe que, em cada um dos casos, é o melhor. A indução é um método mais convincente e mais claro, mais facilmente conceitual mediante a sensação, e por conseguinte, acessível ao vulgo, mas o silogismo é mais forte e mais eficaz para enfrentar os antilógicos”. (ARISTÓTELES, 1987. p. 30-31).

<sup>8</sup> (BACON, 1999).

<sup>9</sup> (HUME, 2004. p. 61-69).



exemplo de Descartes e Mill), o problema da indução nestes modelos ainda continua sem solução. Sobre este aspecto, a desistência em admitir que há sentido (legitimidade) na proposição do “*Problema da Indução*” tem sido adotada como única alternativa coerente por vários estudiosos contemporâneos ao sistematizarem caminhos de produção de conhecimento geradores de enunciados capazes de transmitir nexos próximos ao que poderia ser considerado verdadeiro.

Seguindo esta linha de pensamento, Karl Popper (1902-1994) se destaca como nome de proeminência ao descartar o “*Problema da Indução*” como cientificamente ilegítimo e assumir uma abordagem hipotético-dedutiva de falseamento de leis e teorias (consideradas conjecturas/hipóteses) como única via metodológica capaz de testar suas consistências, identificando incongruências com o propósito de estabelecer enunciados próximos da verdade conforme suas capacidades de resistirem ao crivo das tentativas críticas de torná-los falsos, ao invés de buscar evidências experimentais que possam assumir a função de validadoras de enunciados<sup>10</sup>. Desta forma, nas próprias palavras de Popper,

“(...) o que deve ser abandonado é a busca da *justificação* no sentido de justificar a alegação de que uma teoria é verdadeira. *Todas as teorias são hipóteses*; todas podem ser derrubadas. (...) nossas discussões críticas de teorias são dominadas pela idéia de encontrar uma teoria explanativa verdadeira (e vigorosa); e *justificamos nossas preferências por um apelo à idéia de verdade*; a verdade desempenha o papel de uma idéia reguladora. *Testamos pela verdade*, eliminando a falsidade. O fato de não podermos dar a nossas suposições uma justificativa – ou razões suficientes – não significa que o suposto possa não ser verdade; algumas de nossas hipóteses bem podem ser verdadeiras. (...) todas as línguas são impregnadas de teoria, o que significa, sem dúvida uma revisão radical do empirismo. Isso me fez também encarar a atitude crítica como característica da atitude racional; e conduziu-me a ver a significação da função argumentativa (ou crítica) da linguagem, à idéia da lógica dedutiva com o sistema de investigação da crítica e a acentuar a retransmissão da falsidade a partir da conclusão para as premissas (corolário da transmissão da verdade a partir das premissas para a conclusão).” (POPPER, 1975. p. 39-40).

Neste processo, a linguagem (como campo teórico de disputa crítica) e o método (como campo empírico de testagem) assumem papéis centrais no estabelecimento dos critérios de demarcação da validade de enunciados entre ciência e não-ciência<sup>11</sup>. De acordo com a perspectiva Hipotético-Dedutiva popperiana,

“A teoria do método, na medida em que se projeta para além da análise puramente lógica

<sup>10</sup> (POPPER, 1975).

<sup>11</sup> (POPPER, 1987. p. 27-98).

das relações entre os enunciados científicos, diz respeito à escolha dos métodos – a decisões acerca da maneira de manipular enunciados científicos. (...) Estou pronto a admitir que se impõe uma análise puramente lógica das teorias, análise que não leve em conta a maneira como essas teorias se alteram e se desenvolvem. Contudo, este tipo de análise não elucida aqueles aspectos das ciências empíricas que eu prezo muito. (...) Caso alguém insista em prova estrita (ou estrita refutação) em ciências empíricas, este alguém jamais se beneficiará da experiência e jamais saberá como está errado. Consequentemente, se caracterizarmos a ciência empírica tão somente pela estrutura lógica ou formal de seus enunciados, não teremos como excluir dela aquela dominante forma de Metafísica proveniente de se elevar uma teoria científica obsoleta ao nível de verdade incontestável.” (POPPER, 1987. p. 51-52).

Então, circunscrita ao uso de enunciados na produção de conhecimento, a seguinte questão se torna relevante: *“Até que medida os enunciados gerados por uma via de conhecimento exprimem manifestações exatas da verdade, especulações que buscam dar sentido lógico ao mundo percebido ou interpretações exatas fundamentadas na observação e experimentação?”*. É ancorado nesta questão que o problema de demarcação entre sistemas de produção de conhecimento ganha corpo. Neste processo, a linguagem assume o papel de campo no qual as diferenciações entre ciência e não-ciência são estabelecidas, através de debates/diálogos/disputas entre pesquisadores das mais variadas correntes de pensamento, sendo a verificação conclusiva dos enunciados através de procedimentos crítico-dedutivos de falseamento (ao invés de procedimentos positivo-indutivos de verificação da veracidade das teorias) o caminho considerado por Popper como sendo o único viável de enfrentamento do Problema de Demarcação.

Ao contrário de uma perspectiva positivista de corroboração factual para atestar a validade e veracidade de um enunciado (visando aniquilar a metafísica como via válida de conhecimento), esta abordagem assume uma perspectiva crítica na busca de falseamento lógico e empírico dos enunciados para coloca-los a prova e aproxima-los da verdade, entendendo que a metafísica também proporciona alternativas de hipóteses viáveis de serem submetidas ao crivo da ciência<sup>12</sup>. Neste sentido,

(...) a falseabilidade enquanto critério de demarcação responde satisfatoriamente o problema de decidirmos se e quando uma dada teoria pode ser considerada científica ou não científica. Se, além disso, mantivermos atenção à argumentação do austríaco, poderemos notar também que seu critério de demarcação não visa um ‘rebaixamento’ de todas as teorias metafísicas – como ocorre na filosofia Neo-Positivista – mas apenas à possibilidade de uma melhor distinção entre os discursos que remetem ou não ao nosso mundo de

<sup>12</sup> (POPPER, 1987. p. 27-98).

experiência e que a irrefutabilidade característica dos discursos metafísicos não os tornam imunes a eventuais críticas (CASTRO,2013. p. 120).

Complementando esta visão sintética, torna-se oportuno destacar algumas considerações gerais sobre a Epistemologia Racionalista Crítica<sup>13</sup>:

1. O que nos interessou na filosofia das ciências de Popper foi, sobretudo, sua posição contrária ao “princípio do empirismo” fundando o “verificacionismo” epistemológico das teorias científicas (...). 2. (...) apoiando-se na análise lógica das formulações científicas, defende a idéia de que não podemos passar, por indução, da observação dos dados empíricos às hipóteses propriamente científicas. (...) Popper dá primordial importância à idéia segundo a qual uma teoria científica só tem valor quando pudermos demonstrar que ela é falsa. Assim, ele faz da “falsificabilidade” de uma teoria o próprio princípio de demarcação da ciência. (...) 3. “(...) a objetividade da ciência não é assunto individual dos diversos cientistas, mas o assunto social de sua crítica recíproca...de seu trabalho em equipe e também de seu trabalho por caminhos diferentes, inclusive opostos uns aos outros”. 4. (...) nunca é uma asserção *isolada* que comparece diante do tribunal da experiência, mas todo um sistema de hipóteses e de asserções teóricas. E isto, de tal forma que, em presença de uma evidência contrária, sempre possa ser efetuada uma revisão em diferentes pontos do sistema, não podendo nenhum elemento do sistema estar, por princípio, ao abrigo de uma possível revisão. (...) 7. (...) Se uma solução não for acessível à crítica objetiva, deve ser excluída como não-científica. Se é acessível à crítica, devemos tentar refutá-la. Se uma solução é refutada pela crítica, precisamos encontrar outra. Se resiste à crítica, passa a ser aceita provisoriamente. Portanto, o método da ciência consiste na tentativa de solução de problemas, devendo estar sob o controle crítico. E a objetividade científica se funda na objetividade do método crítico: não há teoria “liberada” da crítica. (...) 9. Em suma, a epistemologia de Popper, pode caracterizar-se como uma *crítica* constante às concepções científicas já existentes, tentando sempre instaurar novas *hipóteses* ou conjecturas ousadas, a fim de atingir a *explicação científica*, jamais definitiva, mas sempre *aproximada*. (JAPIASSU, 1979. p. 101-106).

Saindo do campo linguístico para o campo da psicogênese do conhecimento, encontramos na **Epistemologia Genética**<sup>14</sup>, uma linha contemporânea, que se fundamenta no postulado de que o conhecimento não é gerado por estruturas pré-formadas (nem como algo predeterminado nas estruturas internas do indivíduo, nem em características preexistentes do objeto), sendo uma

<sup>13</sup> Extraídas de Japiassu (1979).

<sup>14</sup> (PIAGET, 1983).

constante e efetiva gênese proveniente de um processo de equilíbrio<sup>15</sup> desde as fases psicogenéticas mais elementares. Sobre este ponto de vista,

De uma parte, o conhecimento não procede, em suas origens, nem de um sujeito consciente de si mesmo nem de objetos já constituídos (do ponto de vista do sujeito) que a ele se imporiam. O conhecimento resultaria de interações que se produzem a meio caminho entre os dois, dependendo, portanto, dos dois ao mesmo tempo, mas em decorrência de uma indiferenciação completa e não de intercâmbio entre formas distintas. De outro lado, e, por conseguinte, se não há, no início, nem sujeito, no sentido epistemológico do termo, nem objetos concebidos como tais, nem, sobretudo, instrumentos invariantes de troca, o problema inicial do conhecimento será pois o de elaborar tais mediadores. A partir da zona de contato entre corpo próprio e as coisas eles se empenharão então sempre mais adiante nas duas direções complementares do exterior e do interior, e é desta dupla construção progressiva que depende a elaboração solidária do sujeito e dos objetos. (PIAGET, 1983. p.6)

A análise voltada para a compreensão dos processos do saber teve na psicogênese do conhecimento um destaque proeminente nos esforços traçados pela Epistemologia Genética. Com base em estudos voltados ao processo de desenvolvimento cognitivo no decorrer da idade, a psicogênese aponta para etapas evolutivas denominadas de fase sensório-motora (que vai do nascimento a aproximadamente dois anos, e antecede a linguagem, sendo considerada o período da “inteligência prática”, onde se emprega predominantemente as ações e percepções que estimulam o desenvolvimento das estruturas mentais); fase pré-operatória (que vai por volta dos dois anos de idade e permanece por aproximadamente cinco anos, sendo considerada como o “estágio da representação”, onde se dá o início dos processos de pensamento com linguagem, de imitação diferenciada, do jogo simbólico, da imagem mental, bem como de outras formas de função simbólica); fase operatório concreto (que vai dos 7/8 anos até os 11/12 anos, sendo considerada estágio das operações concretas referente aos primórdios da lógica, onde ações conceitualizadas e interiorizadas adquirem a categoria de operações, isso é, da habilidade de pensar em uma ação e de reverter esse pensamento de forma coordenada, sendo este o processo de distinção reflexiva que caracteriza a reversibilidade da ação interiorizada) e fase Operatório Formal (que se manifesta aproximadamente a partir dos 11/12 anos, sendo considerada como último estágio de desenvolvimento cognitivo, onde a principal característica

---

<sup>15</sup> “O sujeito, ao entrar em contato com um objeto desconhecido, pode entrar em conflito com esse objeto, ou seja, no processo de assimilação, o que é novo, às vezes, oferece certas resistências ao conhecimento e para conhecer esse objeto o sujeito precisa modificar suas estruturas mentais e acomodá-las. E é a esse processo de busca do equilíbrio dessas modificações que Piaget denominou equilíbrio.” (DE PADUA, 2009. p.25). Neste sentido, a dinâmica de desenvolvimento intelectual se desenvolve através de processos de “Assimilação” (que estão diretamente relacionados com o modo através do qual os elementos do exterior são internalizados às estruturas cognitivas), seguido de processos de “Acomodação” (que representam mudanças destas estruturas em função das assimilações) e mediados por processos de “Equilíbrio” (que atuam como mecanismos contínuos de adaptação que conduz e media os estados dinâmicos de equilíbrio/desequilíbrio/reequilíbrio intelectual)

consiste na realização das operações com base em hipóteses e não somente sobre objetos, isso é, o sujeito versa sobre enunciados/proposições e o raciocínio hipotético-dedutivo torna-se possível, constituindo assim uma lógica formal aplicável a qualquer conteúdo)<sup>16</sup>.

Durante estas etapas, concebe-se a existência de fatores que participam ativamente na determinação das características das estruturas mentais formadas no processo, havendo vários fatores individuais e coletivos que mutuamente atuam como influenciadores no desenvolvimento cognitivo a exemplo dos fatores biológicos; de equilíbrio das ações; sociais de coordenação interindividual e de transmissões educativa e cultural<sup>17</sup>.

Complementando esta visão sintética, torna-se oportuno destacar algumas considerações gerais sobre a Epistemologia Genética<sup>18</sup>:

1. Toda a obra de Piaget visa a constituição de uma epistemologia capaz de fazer a transição entre a Psicologia genética e a Epistemologia geral, que ele espera enriquecer pela consideração do desenvolvimento. Sua convicção fundamental é de que os conhecimentos resultam de uma construção. (...) 2. Não sendo completamente hostil a filosofia, pois compreende sua necessidade como reflexão valorizadora da relação homem-mundo, e não nega sua legitimidade ou sua importância (“ela é mesmo indispensável a todo homem completo, por mais cientista que ele seja”), Piaget fica surpreso com a fraqueza das diversas teorias filosóficas do conhecimento, pois em geral elas se contradizem, sem haver nenhum critério objetivo que nos permita decidir. Elas permanecem especulativas. (...) 5. Diferentemente da epistemologia lógica, que utiliza métodos estritamente formalizantes, para fazer estudo da linguagem científica e uma pesquisa das regras lógicas que devem presidir a todo enunciado correto (positivismo anglo-saxônico); e diferentemente da epistemologia histórica, que privilegia os métodos histórico-críticos para elucidação da atividade científica a partir de uma análise, não só da história das ciências e de suas revoluções epistemológicas, mas das próprias *démarches* do espírito científico (Bachelard, Canguilhem, Foucault), a epistemologia genética de Piaget tem por objetivo central a elucidação da atividade científica a partir de uma psicologia da inteligência. (...) 6. (...) O que ele pretende mostrar é que é a inteligência que se monta, que se estrutura a si mesma, na dialética dos ensaios e dos erros, nas retificações que introduzem as diferenças, nos fracassos que fazem surgir as contradições e nas sínteses que promovem os progressos. (JAPIASSU, 1979. p. 51-60).

Na medida em que se desloca o foco do estudo da psicogênese do conhecimento em geral, para o estudo dos processos de acumulação e transformação do conhecimento científico, a

<sup>16</sup> (PIAGET, 1983. p.6-30; DE PADUA, 2009. p.28-33).

<sup>17</sup> (PIAGET, 1973. p.52-67).

<sup>18</sup> Extraídas de (JAPIASSU, 1979).

**Epistemologia Histórica** ganha relevância, tendo como expoente o francês Gaston Bachelard<sup>19</sup>.

Conforme esta linha de pensamento, a epistemologia consiste em uma História da Ciência fundamentada no contexto em que ela é produzida, isso é, uma reflexão efetiva que busca estabelecer estatuto das ciências (tanto lógica e matemática, quanto naturais e sociais) é necessariamente histórica devendo se esforçar em resgatar no passado os nexos de contexto, e cortes epistemológicos, representativos do período em que o conhecimento é desenvolvido, apontando suas (des)continuidades. Sobre este aspecto, vale chamar a atenção de que,

Se o real se desindividualiza fisicamente indo em direcção às regiões profundas da física infinitesimal, o sábio vai dar mais importância à organização racional das suas experiências à medida que fizer aumentar sua precisão. Uma medida precisa é sempre uma medida complexa; é, portanto, uma experiência organizada racionalmente. (...) Agora são os objetos que são representados por metáforas, é a sua organização que passa por realidade. Por outras palavras, o que é hipotético agora é o *nosso* fenómeno; porque nossa captação imediata do real não actua senão por como um dado confuso, provisório, convencional e esta captação fenomenológica exige inventário e classificação. Por outro lado, é a reflexão que dará um sentido ao fenómeno inicial sugerindo uma *sequência orgânica* de pesquisas, uma perspectiva racional de experiências. Não podemos ter *a priori* nenhuma confiança na informação que o dado imediato pretende fornecer-nos. (...) O conhecimento científico é sempre a reforma de uma ilusão. (Bachelard, 2006, p. 17).

Trata-se, pois, de uma questão que o filósofo deve considerar: a que nível do pensamento científico se faz a integração da história dos pensamentos na actividade científica? Será exato que a actividade científica, que se pretende objectiva, possa tomar como regra constante o partir de uma *tábua rasa*? (...) Deve-se, pois, compreender a importância de uma dialéctica histórica *própria do pensamento científico*. Em resumo, é necessário constantemente formar e reformar a dialéctica da história ultrapassada e da história sancionada pela ciência actualmente activa. A história da teoria do flogisto<sup>20</sup> é obsoleta porque se baseia nem erro fundamental, numa contradição da química ponderal. Um *racionalista* não pode interessar-se por ele sem uma certa má consciência. Um epistemólogo só pode interessar-se por ele para encontrar motivos de psicanálise do conhecimento objetivo. Um *historiador das ciências* que nela se detenha deve estar consciente de que trabalha na paleontologia de um espírito científico desaparecido. (Bachelard, 2006, p. 203-206).

<sup>19</sup> Algumas das principais obras publicadas por Gaston Bachelard (1884-1962) que versam sobre a temática: “A Epistemologia”; “Filosofia do Não”; “O Novo Espírito Científico”; “A Formação do Espírito Científico”.

<sup>20</sup> Teoria do Flogisto-“É geralmente atribuída ao médico e químico alemão George Ernst STAHL (1660-1734) a criação da *teoria do flogisto*, um princípio material responsável pela combustibilidade das substâncias. Na realidade essa teoria foi proposta em 1669 pelo alquimista, também alemão, Johann Joachim BECHER (1635-1682), num livro intitulado “*Physica Subterranea*”. Esse princípio seria talvez uma mistura dos conceitos de *fogo aristotélico* e de *enxofre alquímico*” (BRITO, 2008. p. 52).

Dentre as características relacionadas com esta linha epistemológica, e frente aos horizontes estabelecidos pelos limites do presente ensaio, consideramos relevante, para o momento, destacar o seguinte traço considerado importante: ao estabelecer critérios de estudo das transformações do pensamento científico, a Epistemologia Histórica se ancora na análise das condições psicológicas dos progressos da ciência e sob a perspectiva das barreiras que se põem ao desenvolvimento do conhecimento científico. Neste sentido a noção de “*Obstáculos Epistemológicos*” se torna central na abordagem dada ao estudo do processo de desenvolvimento do conhecimento científico.

Não se trata de obstáculos externos (complexidade/fugacidade dos fenômenos) ou limitação dos sentidos humanos, e sim, do próprio ato íntimo de conhecer que os obstáculos epistemológicos (a exemplo da experiência inicial do sujeito; da sua concepção de realidade; do seu entendimento sobre o conceito de vida e de sua libido/motivação) se manifestam e são estudados como provocadores de lentidões, estagnações e até regressões vinculados ao desenvolvimento da ciência. As inércias e contra-pensamentos (gerados por opiniões, hábitos intelectuais, valores, conhecimentos cristalizados, senso comum, erros na educação, dentre outros) tornam-se foco de atenção epistemológica na medida em que a ciência não é entendida, nesta linha de pensamento, como representação, e sim, como ato, sendo inserida em um processo histórico de criação<sup>21</sup>. Sobre este aspecto,

É, sobretudo, aprofundando a noção de obstáculo epistemológico que se pode dar todo o seu pleno valor espiritual à história do pensamento científico. Muitas vezes, a preocupação pela objectividade, que leva o historiador das ciências a inventariar todos os textos, não chega ao ponto de avaliar as variações psicológicas na interpretação de um mesmo texto. Numa mesma época, a mesma palavra exprime conceitos tão diversos! O que nos engana é o facto de que a mesma palavra designa e explica ao mesmo tempo. A designação é a mesma; mas a explicação é diferente. (...) O epistemólogo deve, pois, esforçar-se por captar os conceitos científicos em sínteses psicológicas efectivas, isto é, em sínteses psicológicas progressivas, estabelecendo, a propósito de cada noção, uma escada de conceitos e mostrando como um conceito produziu outro, se ligou a outro. Só então terá alguma hipótese de avaliar uma eficácia epistemológica. Em breve o pensamento científico surgirá como uma dificuldade vencida, como um obstáculo ultrapassado. (Bachelard, 2006, p. 168).

As concepções da Epistemologia Histórica exerceram influências sobre vários estudantes e filósofos franceses, a exemplo de Michel Foucault (1926-1984), e tiveram preceitos herdados em gerações subsequentes de epistemólogos<sup>22</sup>. Dentre esses preceitos podemos destacar:

1 os instrumentos científicos são teorias materializadas e, portanto, toda teoria é uma

<sup>21</sup> (BACHELARD, 2006. p.165-180; 1996. p.17-28)

<sup>22</sup> (PORTELA FILHO, 2010. p.109).

prática; 2 todo estudo epistemológico deve ser histórico; 3 há uma dupla descontinuidade: a que ocorre entre o senso comum e as teorias científicas, assim como entre as teorias científicas que se sucedem ao longo da história; 4 nenhuma filosofia tradicional, tomada individualmente (nem o empirismo, nem o racionalismo, nem o materialismo, nem o idealismo) é capaz de descrever adequadamente as teorias da física moderna. Este é o polifilosofismo ou a filosofia do não. (JACOB, 1980 apud PORTELA FILHO, 2010. p. 109).

A **Epistemologia Arqueológica** sorve da Epistemologia Histórica alguns preceitos fundamentais, em especial da noção de análise histórica dos regimes de racionalidade das práticas científicas e da noção de descontinuidade histórica através de rupturas e cortes epistemológicos<sup>23</sup>. Sobre estes aspecto, vale destacar que

Ainda que a arqueologia foucaultiana guarde influencias da Epistemologia francesa [histórica], é necessário deixarmos claro uma importante diferença com o ‘método’ de Michel Foucault. De fato, a arqueologia não pode ser uma Epistemologia ao menos em um ponto: As descrições realizadas pela arqueologia de Michel Foucault diferentemente da Epistemologia francesa [histórica] não conferem nenhum privilégio a diferença entre discurso científico e discurso pré-científico, dessa forma, para a arqueologia, o saber como objeto de investimento analítico pode ser delimitado nas suas mais diversas manifestações. Reconhecida esta diferença, torna-se legítimo apontarmos dois traços fundamentais que marcaram a influência da Epistemologia francesa [histórica] definida pela linha de Canguilhem [e também de Bachelard] sobre a Arqueologia do Saber: 1) Através da problemática sobre os regimes de racionalidade. 2) A partir da perspectiva histórica da descontinuidade. (...) A arqueologia de Foucault enquanto ‘método histórico-filosófico’ foi desenvolvida para descrever historicamente as relações entre saberes em diferentes épocas. (RAGUSA, 2019. p.10).

Sobre a égide deste enfoque a Epistemologia Arqueológica se volta ao campo das Ciências

---

<sup>23</sup> “Corte Epistemológico corresponde a uma delimitação temporal que marca uma ruptura entre diferentes regimes de racionalidade, isto é, uma transformação radical a nível histórico-linguístico entre os discursos científicos que marcam diferenças históricas. Desta maneira, a noção de descontinuidade histórica permite o reconhecimento de rupturas epistemológicas a partir da delimitação de ‘acontecimentos-limites’, assim, o corte epistemológico é um marcador de diferenças entre os códigos linguísticos entre uma época e outra”. (RAGUSA, 2019. p.9).



Humanas, através da noção de “Triedro dos Saberes”<sup>24</sup> (FIGURA 1), e mergulha neste campo traçando elucidções sobre a complexidade de sua configuração epistemológica.

Figura 1- Triedro dos Saberes



Fonte: Japiassu (1979)

O estabelecimento dos limites de campo proposto pelo Triedro dos Saberes, além de situar as Ciências Humanas em uma dimensão que possibilita maior fluidez no diálogo interdisciplinar com áreas fundantes, assume para si, como objeto, o homem no que ele tem de empírico. Esta proposta assumida de demarcação leva em consideração que “*as ciências humanas não receberam por herança um certo domínio já delineado, dimensionado talvez em seu conjunto, mas não-desbravado, e que elas teriam por tarefa elaborar com conceitos enfim científicos e métodos positivos*”<sup>25</sup>.

Entretanto, vale destacar que, na perspectiva arqueológica, descrever historicamente as relações entre saberes representa um caminho que vai para além de uma “História das Ideias”. A história das ideias, por um lado, conta a ideia dos elementos secundários e marginais (conhecimentos que jamais puderam atingir a forma da cientificidade) e, por outro, penetra nas disciplinas existentes, e reinterpreta-as, descrevendo os elementos que serviram de fundo empírico e que não se encontram refletidos em suas formalizações, isso é, uma disciplina que busca apresentar as descrições das continuidades veladas e dos retornos que reconstituem o desenvolvimento linear

<sup>24</sup> “O triedro do ‘saber’, para Foucault, é um espaço epistemológico de três dimensões. Ele se define a partir de *três eixos* principais da racionalidade organizadora do saber: 1º) O eixo das Matemáticas e Psicomatemáticas, ciências exatas e protótipos de cientificidade; 2º) O eixo das Ciências da Vida, da Produção e da Linguagem: Biologia, Economia e Ciências da Linguagem (que são ciências humanas); 3º) O Eixo da Reflexão Filosófica propriamente dita, desenvolvendo-se como ‘Pensamento do Momento’ ou como ‘Analítica da Finitude’. Tomando dois a dois, esses eixos definem *três planos*: 1º) O plano comum ao eixo das Matemáticas e ao das três Ciências da Vida, da Produção e da Linguagem seria o das Matemáticas Aplicadas; 2º) O plano comum ao eixo das Matemáticas e ao da Reflexão Filosófica seria o da Formalização do pensamento; 3º) O plano comum ao eixo das Ciências da Vida, da Produção e da Linguagem e ao da Reflexão Filosófica seria o das Ontologias Regionais e das diversas filosofias da vida, do homem alienado e das formas simbólicas. (...) Quanto às Ciências Humanas, não podem situar-se sobre nenhum dos três eixos, nem tampouco em algum dos planos em questão. Elas são pura e simplesmente excluídas do Triedro, pois não podem ser encontradas sobre nenhuma das dimensões nem na superfície dos planos. Todavia, poderão ser incluídas no triedro epistemológico. De que modo? No interstício desse saber. Mais exatamente: ‘no volume definido por suas três dimensões’. É aí, somente aí, que eles encontrarão seu Lugar. Formam uma espécie de nuvem de disciplinas representáveis, no interior do triedro, e participando mais ou menos, de modo diversificado, de suas três dimensões.” (JAPIASSU, 1979. p. 114-115).

<sup>25</sup> (FOUCAULT, 1999. p.475-476).

de uma história da ciência. A abordagem arqueológica se diferencia desta abordagem como um abandono e recusa sistemática dos postulados e procedimentos da história das ideias. Sobre este aspecto, vale ressaltar alguns pontos de separação:

1. A arqueologia busca definir não os pensamentos, as representações, as imagens, os temas, as obsessões que se ocultam ou se manifestam nos discursos, mas os próprios discursos, enquanto práticas que obedecem a regras. (...) Não se trata de uma disciplina interpretativa: não busca um "outro discurso" mais oculto. Recusa-se a ser "alegórica".
2. A arqueologia não procura encontrar a transição contínua e insensível que liga, em declive suave, os discursos ao que os precede, envolve ou segue. Não espreita o momento em que, a partir do que ainda não eram, tornaram-se o que são; nem tampouco o momento em que, desfazendo a solidez de sua figura, vão perder, pouco a pouco, sua identidade. (...) Ela não vai, em progressão lenta, do campo confuso da opinião à singularidade do sistema ou à estabilidade definitiva da ciência; não é uma "doxologia", mas uma análise diferencial das modalidades de discurso.
3. A arqueologia não é ordenada pela figura soberana da obra; não busca compreender o momento em que esta se destacou do horizonte anônimo. Não quer reencontrar o ponto enigmático em que o individual e o social se invertem um no outro. Ela não é nem psicologia, nem sociologia, nem, num sentido mais geral, antropologia da criação. (...) Ela define tipos e regras de práticas discursivas que atravessam obras individuais, às vezes as comandam inteiramente e as dominam sem que nada lhes escape; mas às vezes, também, só lhes regem uma parte. A instância do sujeito criador, enquanto razão de ser de uma obra e princípio de sua unidade, lhe é estranha.
4. Finalmente, a arqueologia não procura reconstituir o que pôde ser pensado, desejado, visado, experimentado, almejado pelos homens no próprio instante em que proferiam o discurso (...). Em outras palavras, não tenta repetir o que foi dito, reencontrando-o em sua própria identidade. Não pretende se apagar na modéstia ambígua de uma leitura que deixaria voltar, em sua pureza, a luz longínqua, precária, quase extinta da origem. Não é nada além e nada diferente de uma reescrita: isto é, na forma mantida da exterioridade, uma transformação regulada do que já foi escrito. Não é o retorno ao próprio segredo da origem; é a descrição sistemática de um discurso-objeto. (FOUCAULT, 1987. p.159-160).

Finalizando esta apresentação sintética e introdutória da linha Arqueológica, convém destacar que o seu *locus* epistemológico (ou o domínio onde ela se situa) está assentado no *solo* sobre o qual a ciência se constrói, tratando-se de um sistema que denota a ordem fundamental que orienta e rege as ciências, sendo essa experiência da ordem que estabelece o 'espaço geral do saber' e as afinidades entre as ciências<sup>26</sup>.

Ao deslocarmos a atenção para a influência da intencionalidade subjetiva e dos elementos de

<sup>26</sup> Extraídas de (JAPIASSU, 1979. p.126-127).

poder nos processos de determinação do desenvolvimento do conhecimento nas sociedades industriais, encontramos na **Epistemologia Crítica**, em especial nas obras do alemão Jürgen Habermas<sup>27</sup>, os elementos que possibilitam uma reflexão e análise mais apuradas da racionalidade subjacente à produção do conhecimento científico contemporâneo. Sobre esta perspectiva, tanto a intenção subjetiva do cientista, quanto o poder conferido pelo conhecimento científico, tornam-se fatores influenciadores e determinantes neste processo.

A noção de construção coletiva do conhecimento se situa como um dos pressupostos fundantes na medida em que se confronta com a concepção da exclusividade objetiva do sujeito no desenvolvimento do saber. Sobre este ponto de vista, o conhecimento é resultante de um processo contínuo, e contextual, de negociações coletivas entre os diversos atores que se vinculam a determinado objeto, confrontando suas percepções e interesses, e exercendo suas influências e poderes. Este processo pode ser percebido nos campos da linguagem, e da ação, na medida em que<sup>28</sup>

A validade pretendida para as proposições e as normas transcende espaços e tempos, "anula" o espaço e o tempo, mas a pretensão é levantada sempre *aqui e agora*, em contextos determinados, e será aceita ou recusada juntamente com as consequências fatuais da ação. (...) A práxis comunicativa cotidiana encontra-se, por assim dizer, refletida em si mesma. No entanto, essa "reflexão" não é mais uma tarefa do sujeito do conhecimento que se refere a si, objetivando-se. Essa reflexão pré-lingüística e solitária é substituída pela estratificação do discurso e da ação inserida na ação comunicativa. (p. 448)

Racionalização do mundo da vida significa, ao mesmo tempo, diferenciação e condensação: a condensação da textura flutuante de uma teia de fios intersubjetivos que une simultaneamente os componentes, cada vez mais diferenciados, da cultura, da sociedade e da personalidade. No entanto, o modo de reprodução do mundo da vida não se altera de maneira linear no sentido indicado pelos termos reflexividade, universalismo abstrato e individuação. O mundo da vida racionalizado assegura antes a continuidade de contextos de sentido com os meios descontínuos da crítica; preserva o contexto da integração social com os meios arriscados do universalismo que isola de modo individualista; e sublima, com os meios de uma socialização extremamente individualizadora, o poder avassalador dos contextos genealógicos, transformando-o em urna universalidade frágil e vulnerável. Somente nesses *meios* se desdobra – quanto mais abstratamente as estruturas diferenciadas do mundo da vida operam nas formas de vida cada vez mais particularizadas – o potencial racional da ação orientada para o entendimento. (p. 479- 480)

Um segundo pressuposto fundante desta linha epistemológica diz respeito a confluência das

<sup>27</sup> Dentre elas podemos destacar "Conhecimento e Interesse", "O Discurso Filosófico da Modernidade", "Teoria da Ação Comunicativa" e "Técnica e Ciência como Ideologia"

<sup>28</sup> (HABERMAS, 2000).

forças provenientes das motivações dos cientistas e técnicos, bem como, das pressões individuais e institucionais existentes no campo social e político como vetores de racionalidade. Este pressuposto se baseia no fato de que vivemos em uma sociedade industrializada alicerçada em um paradigma dominante que elege os argumentos da ciência como “balança” absoluta de legitimação do verdadeiro, a técnica como elemento que dá sentido pragmático ao uso do conhecimento e a indústria como principal plataforma de elaboração e distribuição dos produtos gerados pelo conhecimento. Em seus argumentos, o precursor desta linha epistemológica<sup>29</sup> ressalta que

A “racionalização” progressiva da sociedade depende da institucionalização do progresso científico e técnico. Na medida em que a técnica e a ciência pervadem as esferas institucionais da sociedade e transformam assim as próprias instituições, desmoronam-se as antigas legitimações. (...) A acção racional dirigida a fins é, segundo a sua própria estrutura, exercício de controles. Por conseguinte, a “racionalização” das relações vitais segundo critérios desta racionalidade equivale a institucionalização de uma dominação que, enquanto política, se torna irreconhecível: a razão técnica de um sistema social de acção racional dirigida a fins não abandona o seu conteúdo político. (p. 45-46)

A comunicação entre os mandatários com poder político e os cientistas competentes nas diversas disciplinas que pertencem aos grandes *institutos de investigação* caracteriza a zona crítica da *tradução das questões práticas* para problemas que se põem em termos científicos e a *retroversão das informações científicas* para respostas as questões práticas. (p. 117)

O processo de tradução entre a ciência e a política refere-se em última instancia à opinião pública. Esta relação não lhe é exterior: por exemplo, com referência as normas vigentes de uma constituição; deriva antes, por coacção imanente, das exigências do confronto entre *saber e poder técnicos* e uma *autocompreensão dependente da tradição*, a partir de cujo horizonte as necessidades se interpretam como objectivos e os objectivos se hipostasiam na forma de valores. (p. 121)

Focada na reflexão sobre o papel e responsabilidade social dos agentes envolvidos com o desenvolvimento do conhecimento científico, esta linha epistemológica se esforça em tecer estudos sobre pressupostos, resultados, utilização, lugar, alcance, limites e significação sócio-culturais da atividade científica, contestando as formas ingênuas de cientificismo. Em síntese,

A epistemologia crítica não nega que a ciência seja objetiva, quer dizer, forneça verdades até certo ponto independentes da história e daqueles que a fazem. Também não ignora que o cientista seja objetivo, quer dizer, seja capaz de descobrir essas verdades, apagando-se, até certo ponto, diante delas, e fazendo abstração de sua subjetividade ou elevando-se acima de

<sup>29</sup> (HABERMAS, 1997).

suas paixões e preconceitos. O que a epistemologia [crítica] coloca em questão é um tipo de objetividade sem suporte epistemológico, que se apresenta como uma racionalização das crenças ingênuas ligadas ao prestígio da ciência: crença na unidade dos conhecimentos, em seu caráter absoluto e a-histórico, na independência da realidade que se pretende conhecer relativamente aos *meios* do conhecimento. É esta imagem da ciência que dá a ilusão de que podemos nos elevar acima das condições reais de elaboração da ciência. (JAPIASSU, 1979. p. 156).

Interrogando-se sobre a responsabilidade social dos cientistas e técnicos, a Epistemologia Crítica não deixa de perceber certo grau de objetivismo presente na construção do conhecimento, e sim, o que ela busca, é tornar evidente as conexões existentes entre conhecimento e interesse.

Ao deslocarmos o foco mais uma vez, e concebermos o desenvolvimento do conhecimento também como um aspecto que se vincula aos processos de ensino e aprendizagem, encontramos na **Epistemologia Pedagógica** um campo convergente de vasta gama de abordagens que buscam descortinar os elementos relacionados com a apropriação e uso do conhecimento nos processos de formação educacional. Neste sentido, a Epistemologia Pedagógica aglutina olhares de diversas correntes de pensamento que analisam como as pessoas (na qualidade de estudantes em ambientes de aprendizagem) integram, criam e recriam conhecimento compartilhado.

No que se refere a questão epistemológica, consideramos oportuno resgatar o posicionamento de Tesser (1995) ao elaborar uma síntese sobre as linhas de pensamento apresentadas anteriormente. Em seu ponto de vista, a epistemologia, no seu escopo geral, aborda problemas lógicos, semânticos, gnosiológicos, metodológicos, ontológicos, axiológicos, éticos, estéticos e pedagógicos, tendo cada linha um conjunto de problemas específicos que abrem caminhos que possibilitam uma visão panorâmica e contemporânea do conhecimento como um fenômeno. O respectivo conjunto de problemas epistemológicos estão descritos no Quadro 1.

QUADRO 1- Problemas epistemológicos relacionados com às Linhas Contemporâneas de estudo do conhecimento

LINHA EPISTEMOLÓGICA	PROBLEMAS EPISTEMOLÓGICOS
<b>Epistemologia Racionalista Crítica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-O que conhecemos realmente?</li> <li>-Como uma vez criado, conservar o padrão?</li> <li>-Como é possível o estabelecimento da verdade?</li> <li>-Como demarcar a ciência das pseudociências: mitologias, gnoses, ideologias, metafísicas?</li> </ul>
<b>Epistemologia Genética</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Em que pé anda a ciência?</li> <li>-Onde está a ciência?</li> <li>-Quem diz? Quem demonstra? Quem Prova?</li> <li>-Por que? Para que?</li> </ul>

<b>Epistemologia Histórica</b>	-A ciência poderá trazer a felicidade para o homem? -A ciência está em condições de vencer o sofrimento? -O que vem a ser a ciência? -Quais são seus métodos?
<b>Epistemologia Arqueológica</b>	-Qual o valor dos resultados que ela atinge? -O que significa a ciência de que tanto nos orgulhamos? -Como se estabelece as relações de poder na sociedade? -Como é possível um conhecimento digno de crédito?
<b>Epistemologia Crítica</b>	-Quais interesses orientam, dirigem e comandam a ciência e a técnica? -Qual é a verdadeira função que a atividade científica deve desempenhar na sociedade? -Até que ponto a filosofia do século XX é moderna? -Qual o papel da ciência?
<b>Epistemologia Pedagógica</b>	-Educar para que? -Educar para quem? -Como educar? -Para que serve o espaço da sala de aula? -Quais são os problemas que o professor e aluno enfrentam em sala de aula? -Que paradigmas orientam a “ação pedagógica” hoje?

Fonte: Tesser (1995)

No momento em que estabelecemos a rota de finalização do presente estudo, torna-se necessário destacar que os traços que caracterizam as linhas apresentadas, e seus horizontes de aplicação, não se esgotam dentro dos limites deste breve ensaio, bem como, a análise panorâmica do fenômeno epistêmico não se restringe apenas a estas vertentes de pensamento. Outras linhas epistemológicas podem ser apontadas como vertentes de pensamento contemporâneas<sup>30</sup> a exemplo da perspectiva sociológica das transformações científicas, baseada nos trabalhos de Thomas Kuhn<sup>31</sup> e da perspectiva da Complexidade, baseada nos trabalhos de Edgar Morin<sup>32</sup>, além da perspectiva autopoietica, baseada nos trabalhos de Humberto Maturana<sup>33</sup>, cabendo àqueles que se debruçam na área da epistemologia estabelecerem as devidas conexões necessárias em função dos problema os quais suas atenções estão ancoradas.

Finalizamos as reflexões acima apontando para o fato de que a prática científica, como um ato epistemológico, remete o sujeito a assumir uma atitude mental que possibilite o envolvimento crítico, e ético, capaz de permitir uma postura dialógica entre as vias que proporcionam visões panorâmicas do processo de construção do conhecimento, ao mesmo tempo em que o remete a assumir constantemente seu posicionamento como polo ativo no desenvolvimento do saber.

<sup>30</sup> (STIGAR; RUTHES; MENDES, 2019).

<sup>31</sup> Dentre eles podemos destacar “*A Estrutura das Revoluções Científicas*”

<sup>32</sup> Dentre eles podemos destacar “*A Inteligência da Complexidade*” e “*O Método-Volume 3: O Conhecimento do Conhecimento*”

<sup>33</sup> Dentre eles podemos destacar “*A Árvore do Conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana*” e “*A Ontologia da Realidade*”

## REFERÊNCIAS

- ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 2007a. Verbetes “Epistemologia”. p. 183.
- ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 2007b. Verbetes “Teleonomia e Teleologia”. p. 943.
- ARISTÓTELES. **Organon: V-Tópicos**. Lisboa: Guimarães Editores. 1987.
- BACHELARD, Gaston. **A Epistemologia**. Lisboa/Portugal: Edições 70. 2006.
- BACHELARD, Gaston. **A Formação do Espírito Científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto. 1996.
- BACON, Francis. **Novo Organun ou Verdadeiras Indicações Acerca da Interpretação da Natureza e Nova Atlântida: Os Pensadores**. São Paulo: Nova Cultura. 1999.
- BRITO, Armando A. de Sousa e. “Flogisto”, “Calórico” & “Éter”. **Revista Ciência & Tecnologia dos Materiais**, v. 20, n. 3/4, p. 51-63, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.mec.pt/pdf/ctm/v20n3-4/v20n3-4a08.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2020.
- CASTRO, Karyne Quintella. Ciência e Metafísica: o critério de demarcação popperiano. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA NA GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA, 3. 2013, Belém-PA. **Anais...** Belém-PA: Universidade Federal do Pará-UFPA, 2013. p. 113-122. Disponível em: <[http://proex.ufpa.br/DIRETORIO/PUBLICACOES/PROEX/Anais\\_III%20ENPGF\\_final%20\(1\).pdf#page=114](http://proex.ufpa.br/DIRETORIO/PUBLICACOES/PROEX/Anais_III%20ENPGF_final%20(1).pdf#page=114)>. Acesso em: 07 maio 2020.
- DE PÁDUA, Gelson Luiz Daldegan. A Epistemologia Genética de Jean Piaget. **Revista FACEVV**, n. 2, p. 22-35, 2009. Disponível em: <<http://maratavarespsictics.pbworks.com/w/file/etch/74473316/A%20%20EPISTEMOLOGIA%20GENETICA.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2020.
- FOUCAULT, Michel. **A arqueologia do saber**. 3. ed Rio de Janeiro: Forense Universitária. 1987.
- FOUCAULT, Michel. **As palavras e as coisas**. 8. ed. São Paulo: Martins Fontes. 1999.
- HABERMAS, Jürgen. **O Discurso Filosófico da Modernidade: Doze Lições**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- HABERMAS, Jürgen. **Técnica e Ciência como “ideologia”**. Lisboa/Portugal: Edições 70, 1997.
- HUME, David. **Investigações sobre o entendimento humano e sobre os princípios da moral**. São Paulo: Editora UNESP, 2004.
- JAPIASSU, Hilton. **Introdução ao pensamento epistemológico**. 3. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves Editora, 1979.
- JOLIVET, Régis. **Vocabulário de Filosofia**. Rio de Janeiro: Agir Editora, 1975. Verbetes “Epistemologia”. p. 77.

PIAGET, Jean. **A Epistemologia Genética; Sabedoria e Ilusões da Filosofia; Problemas de Psicologia Genética: Os Pensadores.** São Paulo: Abril Cultural. 1983.

PIAGET, Jean. **Psicologia & Epistemologia: por uma teoria do conhecimento.** Rio de Janeiro: Forense-Universitária. 1973.

POPPER, Karl Raimund. **A Lógica da Pesquisa Científica.** São Paulo: Pensamento, 1987.

POPPER, Karl Raimund. **Conhecimento Objetivo.** São Paulo: Editora USP, 1975.

PORTELA FILHO, Raimundo Nonato Araujo. A Epistemologia Histórica de Gaston Bachelard. **Revista Pesquisa em Foco: Educação e Filosofia**, v. 3, n. 3, p. 101-109, 2010. Disponível em: <<http://pablo.deassis.net.br/wp-content/uploads/bachelard.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2020.

RAGUSA, Pedro. Arqueologia do Saber de Michel Foucault em perspectiva: da fenomenologia existencial para a epistemologia conceitual. **Revista Ciências Humanas-UFSC**, v. 53, p. 1-13, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/revistacf/article/view/2178-4582.2019.e66800>>. Acesso em: 10 set. 2020.

STIGAR, Robson; RUTHES, Vanessa Roberta Massambani; MENDES, Ademir Aparecido Pinhelli. Revisões epistemológicas contemporâneas. **Revista Universitas**, v. 13, n. 24 p. 129-148, 2019. Disponível em: <<https://revistauniversitas.inf.br/index.php/UNIVERSITAS/article/view/359/239>>. Acesso em: 10 set. 2020.

TESSER, Gelson João. Principais linhas epistemológicas contemporâneas. **Revista Educar-UFPR**, n. 10, p. 91-98, 1995. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/educar/article/view/36044/22233>>. Acesso em: 10 set. 2020.

VIANA, Geraldo V. R.; PEREIRA, Eliéser. S. Um estudo sobre o conhecimento. **Revista Científica da Faculdade Lourenço Filho**, Fortaleza, v. 6, n. 1, p. 93-104, 2009.



# ***Capítulo 4***

---

## **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA FORNECIDA PELA COMPANHIA DE ELETRICIDADE DO AMAPÁ, ATRAVÉS DOS INDICADORES DEC E FEC**

**DOI: 10.29327/5241738.1-4**

Taíres Barros Cambraia Moraes  
Walkyria da Silva Pinheiro  
José Reinaldo Cardoso Nery

# AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA FORNECIDA PELA COMPANHIA DE ELETRICIDADE DO AMAPÁ, ATRAVÉS DOS INDICADORES DEC E FEC

*Táires Barros Cambraia Moraes*

*Walkyria da Silva Pinheiro*

*José Reinaldo Cardoso Nery*

## RESUMO

A disponibilidade da energia elétrica representa um recurso indispensável à vida humana, trazendo inúmeros benefícios para a sociedade moderna. A descontinuidade no seu fornecimento afeta sobremaneira todos os consumidores, acarretando em demasiados prejuízos tanto para os usuários como para o desempenho dos indicadores relacionados à qualidade da energia. Diante disso, é imprescindível a busca pela otimização da qualidade da energia elétrica, sob a ótica da qualidade do serviço fornecido pelas concessionárias, de modo a atender as exigências de continuidade do seu fornecimento. Este trabalho tem como finalidade a verificação do desempenho da Companhia de Eletricidade do Amapá (CEA) com relação à qualidade do serviço de energia elétrica, realizada por meio dos indicadores de continuidade coletivos DEC E FEC, no período de 2012 a 2019. A metodologia utilizada consistiu na coleta das informações sobre os indicadores com base nos dados disponibilizados no site da ANEEL e em documentos oficiais por ela divulgados; a partir deles foram elaborados gráficos e quadros para melhor compreensão da pesquisa. Constatou-se que o desempenho dos serviços prestados pela CEA, sob a perspectiva dos indicadores de continuidade, apresentou progresso no decorrer do período analisado e que, nos últimos anos, se enquadrou aos limites definidos pelo órgão regulamentador.

**Palavras-chave:** Qualidade da energia elétrica. Indicadores de continuidade. DEC. FEC.

## 1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica fornecida ao consumidor, através de uma concessionária ou permissionária, deve ser avaliada com base em três quesitos: a qualidade do “produto” energia elétrica, ou seja, devem ser oferecidos níveis adequados da tensão em regime permanente com ausência de perturbações na forma de onda; a qualidade do “serviço”, desta feita relacionado à continuidade na prestação do serviço; e a qualidade do atendimento ao consumidor (ANEEL, 2016).

Nesse sentido, o fornecimento de energia elétrica que atende aos quesitos de qualidade, condiciona a possibilidade de desenvolvimento, expansão e segurança tanto para as classes de

consumidores comerciais, quanto para as industriais e residenciais. Um fornecimento descontínuo e deficiente gera os mais danosos transtornos a todos os consumidores. Dessa forma, com as inovações nas áreas da eletrônica e tecnologia, surge uma maior exigência do setor em disponibilizar a energia com os necessários parâmetros de qualidade, para garantir segurança e continuidade no fornecimento, para as diversas classes de consumidores (NOBRE, 2017).

As regulamentações que regem a qualidade do serviço somente foram motivadas a partir do ano de 1978, por meio da Portaria nº. 46/1978, emitida pelo então Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), que estabelece legalmente, a nível nacional, as padronizações dos indicadores de continuidade do fornecimento. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), através da Resolução nº. 24/2000, foi responsável por atualizar e consolidar as disposições referentes à continuidade da distribuição de energia elétrica e que, posteriormente, foi revogada pela Resolução Normativa ANEEL nº. 395/2000 que aprovou os Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (PRODIST).

Com o surgimento de regulamentações mais rigorosas voltadas à qualidade do serviço de energia, foram consolidados os parâmetros Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC) e Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC) e geraram maiores controles da continuidade do fornecimento pelos órgãos reguladores. Como a própria denominação sugere, o DEC avalia a duração da interrupção de energia dos conjuntos consumidores, enquanto que o FEC avalia a frequência de interrupção. Essa regulamentação foi ampliada pela ANEEL, tornando-se mais sofisticada e abrangente, de modo a assegurar elevadas melhorias aos consumidores mais afetados com interrupções de energia (ARAÚJO; VASCONCELOS; LACERDA, 2018).

Os indicadores coletivos DEC e FEC, que mensuram a continuidade do fornecimento, estão diretamente atrelados ao empenho da distribuição de energia das concessionárias, dependendo de uma série de fatores que condicionam interrupções por diferentes causas, como estrutura do sistema elétrico, composição de barreiras arbóreas do meio, viabilidade às áreas de acesso para manutenção da rede, religadores automáticos.

Assim, a análise da mensuração dos resultados DEC e FEC torna-se fundamental, pois impõe o entendimento sobre o comportamento dos parâmetros dos indicadores coletivos prestados pela concessionária, em determinado período, e se estes dados coletados atendem aos requisitos impostos pela regulamentação da ANEEL.

O desenvolvimento deste trabalho teve como objetivo averiguar o desempenho dos indicadores de continuidade coletivos DEC E FEC, da Companhia de Eletricidade do Amapá (CEA), no período de 2012 a 2019. A obtenção dos dados dos indicadores foi feita através de sites e

documentos oficiais, a partir dos quais foi possível realizar o tratamento dos valores desejados para compor gráficos e tabelas que serviram de mecanismos de visualização do comportamento dos indicadores, possibilitando a verificação do desempenho da distribuidora, em relação aos limites regulamentados pela ANEEL.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

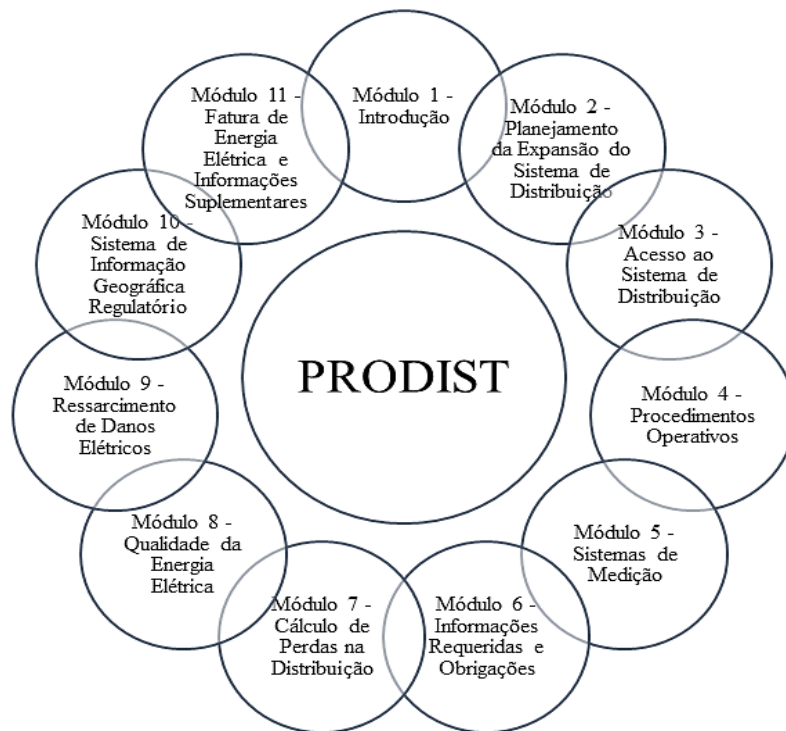
### **2.1. Regulamentação da qualidade de energia elétrica no Brasil**

No Brasil, a ANEEL tem como finalidade a fiscalização e a regulação sobre a geração, a transmissão, a distribuição e a comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do Governo Federal (BRASIL, 1996).

A ANEEL, para cumprir seu papel de agência reguladora do sistema elétrico, dispõe de um conjunto de documentos que objetiva normatizar e padronizar as atividades técnicas relativas ao funcionamento e desempenho dos sistemas de distribuição, a estas normas é dado o nome de Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST (ANEEL, 2018).

O PRODIST é composto por 11 (onze) módulos, como demonstrado na figura 1, que englobam as grandes áreas da distribuição de energia elétrica. Para cada assunto há um módulo específico, os temas percorridos integram: o planejamento da expansão, o acesso, os procedimentos operativos, os sistemas de medição, as informações requeridas e obrigações, o cálculo de perdas, a qualidade de energia elétrica, o ressarcimento de danos elétricos, o sistema de informação geográfica regulatório e a fatura de energia elétrica e informações suplementares dos sistemas de distribuição (ANEEL, 2018).

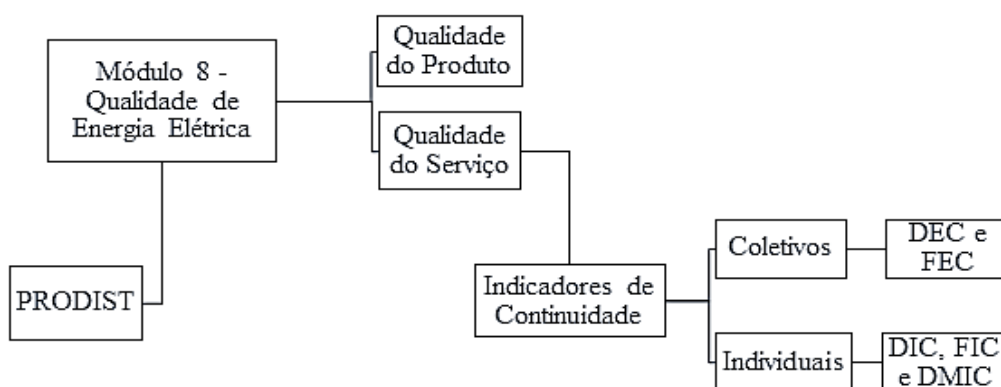
Figura 1 - Divisão dos Módulos do PRODIST.



Fonte: Moraes e Pinheiro (2021, p. 19)

O Módulo 8 - Qualidade de Energia Elétrica do PRODIST trata especificamente a respeito deste assunto, e suas subdivisões (Figura 2), que é entregue ao consumidor, seja este residencial, comercial ou industrial, por meio da distribuidora que pode ser uma concessionária ou permissionária.

Figura 2 - Subdivisão do Módulo 8 - Qualidade de Energia Elétrica.



Fonte: Moraes e Pinheiro (2021, p. 20)

Segundo Paulilo (2013), a qualidade do produto é a conformidade da energia elétrica, que é a capacidade de alimentação de energia com tensões equilibradas e sem deformações de forma de onda. Já a qualidade do serviço está ligada à continuidade do fornecimento de energia elétrica, ou seja, o serviço deve fornecer energia elétrica de modo contínuo e ilimitado.

A ANEEL possui em sua estrutura organizacional as Superintendências de Processos Organizacionais. Destaca-se, entre elas, a Superintendência de Regulação dos Serviços de Distribuição (SRD) que tem atribuições específicas para a execução das atividades relacionadas aos processos de regulação técnica dos serviços de distribuição de energia elétrica. Dentre os indicadores de qualidade que a SRD avalia estão os de continuidade coletivos dos conjuntos de unidades consumidoras das distribuidoras, DEC e FEC.

## 2.2. Indicadores de continuidade coletivos

Os indicadores de continuidade coletivos são apurados para os conjuntos de unidades consumidoras. Segundo ANEEL (2018, p. 15), o conjunto de unidades consumidoras é “agrupamento de unidades consumidoras, aprovado pela ANEEL e pertencente a uma mesma área de concessão ou permissão”.

O FEC é, em média, o número de interrupções verificado em determinado período em cada unidade consumidora do conjunto avaliado e o DEC é, em média, o intervalo de tempo que há interrupção durante a apuração em cada unidade consumidora do conjunto avaliado (ANEEL, 2021). O cálculo para o DEC e FEC baseia-se nas seguintes equações:

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^{C_c} DIC(i)}{C_c} \quad \text{Equação - 1}$$

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^{C_c} FIC(i)}{C_c} \quad \text{Equação - 2}$$

Nestas equações, DEC é a duração equivalente de interrupção por unidade consumidora, expressa em horas e centésimos de hora; FEC é a frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora, expressa em número de interrupções e centésimos do número de interrupções;  $i$  é a relação do conjunto de unidades consumidoras faturadas que se enquadram no sistema de baixa e média tensão;  $C_c$  representa o quantitativo do conjunto absoluto das unidades consumidoras do sistema de baixa e média tensão, faturadas no período da avaliação;  $DIC(i)$  é a duração de interrupção por unidade consumidora, com exceção das centrais geradoras;  $FIC(i)$  é a frequência de interrupção individual por unidade consumidora, com exceção das centrais geradoras.

A partir dos indicadores coletivos tem-se os indicadores globais que “se referem a um

agrupamento de conjuntos de unidades consumidoras, podendo se referir a uma distribuidora, município, estado, região ou ao Brasil” (ANEEL, 2021, p. 58).

O indicador de desempenho global de continuidade tem periodicidade anual. Em abril de cada ano a ANEEL faz a publicação dos indicadores das concessionárias de distribuição de energia elétrica, e poderá segmentá-las para classificá-las da melhor forma (ANEEL, 2021).

### **2.3. Apuração dos indicadores de continuidade coletivos**

São consideradas para as apurações dos indicadores de continuidade de conjuntos de unidades consumidoras, DEC e FEC, as interrupções de longa duração, que correspondem a “toda interrupção do sistema elétrico com duração maior ou igual a 3 (três) minutos” (ANEEL, 2018, p.32).

Nessa apuração, estão previstas algumas exceções, estabelecidas no Módulo 8 do PRODIST, que são casos específicos considerados como interrupções não gerenciáveis por parte das distribuidoras, o que não as isenta de suas responsabilidades quanto à minimização dessas ocorrências. A ANEEL recomenda que as distribuidoras atuem de modo eficiente nas interrupções que forem classificadas como não gerenciáveis (ANEEL, 2012; ANEEL, 2021).

A partir dos dados que as distribuidoras devem enviar à ANEEL, que compõem a Base de Dados Geográfica da Distribuidora (BDGD), são sintetizados os atributos físico-elétricos de seus conjuntos de unidades consumidoras. O processo para determinar os limites de continuidade para os conjuntos de unidades consumidoras envolve a seleção dos atributos relevantes para aplicação de análise comparativa; a aplicação de análise comparativa, com base nos atributos selecionados anteriormente; o cálculo dos limites para os indicadores DEC e FEC dos conjuntos de unidades consumidoras, de acordo com o desempenho dos conjuntos; e a análise por parte da ANEEL, com a definição dos limites para os indicadores DEC e FEC (ANEEL, 2021)

Os valores dos limites anuais dos indicadores coletivos são estabelecidos nas audiências públicas e oficializados por meio de resolução específica, conforme a periodicidade da revisão tarifária da distribuidora, e entram em vigor no mês de janeiro do ano posterior à publicação, proporcionando progresso do limite anual global de DEC e FEC da distribuidora (ANEEL, 2021).

## **3. METODOLOGIA**

A metodologia desenvolvida neste trabalho pode ser caracterizada como um estudo descritivo, de cunho qualitativo e quantitativo. Aplicou-se uma abordagem qualitativa na pesquisa dos fatores de qualidade de energia elétrica, baseando-se em documentos oficiais e estudos acadêmicos; e a abordagem quantitativa foi utilizada na análise dos dados dos indicadores de continuidade coletiva,

a fim de demonstrar resultados por meio dos números, quadros e gráficos.

### **3.1. Delimitação do campo de estudo**

A pesquisa foi realizada analisando a área correspondente aos limites de concessão da CEA que engloba todo o estado do Amapá, em seus 16 (dezesesseis) municípios, divididos em conjuntos de consumidores.

Os conjuntos consumidores são estabelecidos pela Subestação de Distribuição (SED) e avaliados pela ANEEL no que tange aos parâmetros de continuidade do serviço fornecidos, conforme descrito na seção 8.2 do Módulo 8 do PRODIST. A caracterização desses conjuntos ocorre com base em seus atributos, considerando as informações da Base de Dados Geográfica da Distribuidora (BDGD), e outras plataformas de dados da ANEEL.

Desde o ano de 2011 até 2019, a concessionária no Amapá apresenta os mesmos 12 (doze) conjuntos elétricos. São eles: Amapá, Calçoene, Equatorial, Jari, Macapá II, Oiapoque, Porto Grande, Portuária, Santa Rita, Santana, Serra do Navio e Tartarugalzinho.

### **3.2. Obtenção dos dados**

Para a obtenção dos dados foi realizado levantamento bibliográfico através de publicações acadêmicas (artigos científicos, monografias de trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado, teses de doutorado e livros), sites oficiais do governo (ANEEL, ONS, MME, EPE, IBGE) e da concessionária (CEA), e instrumentos legais (decretos, leis e regulamentos).

A avaliação da qualidade de energia elétrica no país é realizada pela ANEEL e ocorre com base nos indicadores que devem ser repassados pelas distribuidoras, estas fazem subdivisões em conjuntos elétricos. As distribuidoras fazem a apuração dos indicadores e os enviam à ANEEL, periodicamente, que faz a constatação dos índices e publica em seu site oficial para alcance da população.

Os indicadores de qualidade de energia elétrica pertinentes a este trabalho são os de continuidade do serviço fornecido às unidades consumidoras, mais precisamente os coletivos que são o DEC, medido em horas, e o FEC, medido em número de interrupções.

Essas informações foram obtidas através do site da ANEEL, acessando a página dos indicadores de continuidade coletivos e selecionando a região geográfica desejada. Selecionada a região, há cinco itens a escolher, quais sejam: pesquisa (se em gráficos ou dados em tabelas); tipo (concessionárias ou permissionárias); distribuidora; período (se anual ou mensal) e o ano, em caso de consulta por mês, ou o ano inicial, para consulta anual.

Em uma nova janela pode-se acessar os limites estabelecidos pela ANEEL e os dados



apurados pela empresa, correspondente para o DEC e o FEC, podendo estes dados ser equivalentes à área total de concessão da distribuidora ou, ainda, nas subdivisões de seus conjuntos consumidores. Este processo possibilitou o acesso aos indicadores de continuidade da CEA e, a partir deles, foi possível a análise do histórico de apuração da companhia, no período delimitado.

Foi considerado para seleção do período da análise dos indicadores, os anos compreendidos na Nota Técnica nº 0065/2011-SRD/ANEEL de 25 de novembro de 2011 e na Nota Técnica nº 0142/2016-SRD/ANEEL de 14 de setembro de 2016, que informam sobre os estabelecimentos dos limites nesses anos, os dados estratificados dos indicadores da ANEEL, e, além disso, o comparativo do comportamento dos indicadores compreendidos no intervalo anterior e posterior a interligação do sistema elétrico do estado ao SIN.

### **3.3. Limites dos indicadores de continuidade coletivos**

Atualmente, a CEA não possui contrato de concessão de distribuição de energia, atuando como prestadora do serviço, por este motivo não passa por revisão tarifária periódica. Por isso, a ANEEL estabeleceu os limites de continuidade coletivos, DEC e FEC, da distribuidora para cada cinco anos, sendo os anos de 2007 (para os anos 2007 a 2011), 2011 (para os anos 2012 a 2016) e 2016 (para os anos 2017 a 2021), ocorrendo por meio de Notas Técnicas e após a realização de Audiências Públicas.

O período estabelecido para este estudo compreende os anos de 2012 a 2019, uma vez que esse período é abrangido pelas duas notas técnicas da ANEEL, que tem por objetivo o estabelecimento dos limites para os indicadores de continuidade DEC e FEC dos conjuntos da CEA, sendo a Nota Técnica nº 0065/2011-SRD/ANEEL, para os anos de 2012 a 2016 e a Nota Técnica nº 0142/2016-SRD/ANEEL, para os anos de 2017 a 2021.

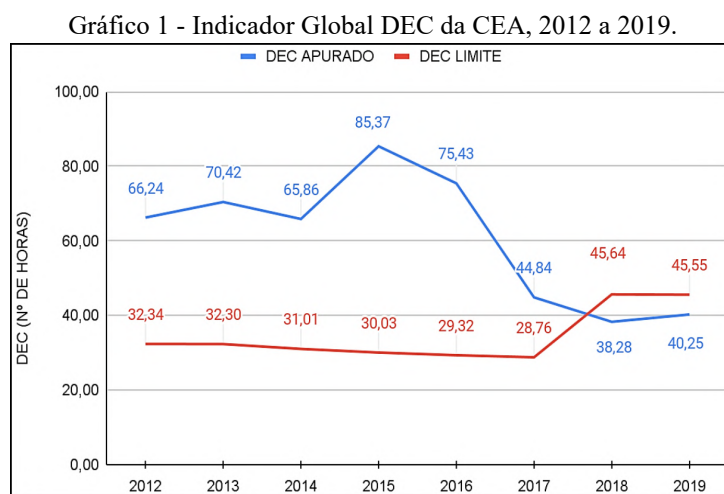
## **4. RESULTADOS**

A formulação da análise comparativa, da evolução dos indicadores coletivos DEC e FEC, foi possível por meio da elaboração de gráficos e quadros dos dados apurados dos conjuntos consumidores compreendidos no período analisado, estes dados foram avaliados com a delimitação dos parâmetros, conforme a ANEEL, acerca dos limites de continuidade.

### **4.1. Indicadores globais DEC e FEC**

Os valores obtidos para o DEC global estão mostrados no gráfico 1, onde pode-se observar que, até o ano de 2014, o indicador manteve-se pouco variável, havendo posteriormente um

sobressalto em 2015, representando o maior valor apurado durante o período. Observa-se que, nos anos de 2012 a 2016, os dados apurados apontam valores de cerca do dobro acima dos limites estabelecidos.



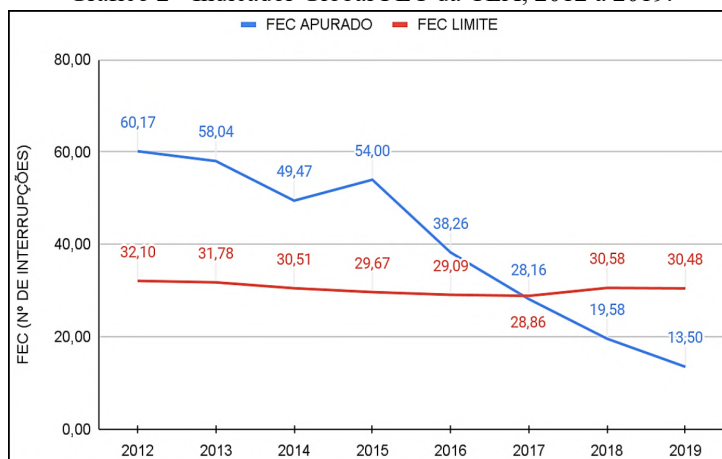
Fonte: Moraes e Pinheiro (2021, p. 46)

A partir de 2015 observa-se uma queda nesse indicador, havendo uma redução a 47,14% do valor inicial, até 2019. Em 2018 o DEC apurado teve o primeiro saldo positivo no período analisado, respeitando o limite imposto para este ano que era 45,64 horas, e tendo um DEC global de 38,28 horas, deixando a margem positiva de 7,36 horas.

É importante ressaltar que em 2015 houve a interligação do sistema elétrico do Estado do Amapá ao SIN e, como suas vantagens, a interconexão de um sistema isolado ao sistema nacional permite maior segurança, estabilidade e continuidade de fornecimento, reduzindo assim as ocorrências de interrupções pelo suporte do abastecimento da energia.

Os dados relativos ao FEC global são apresentados no gráfico 2, onde se pode observar que, ao longo de todo o período analisado, houve uma redução do número de interrupções, caindo a 22,43% do seu valor inicial. Observa-se, também, que até o ano de 2015 há uma pequena variação no número de interrupções e, a partir daí, há uma queda acentuada, até 2019.

Gráfico 2 - Indicador Global FEC da CEA, 2012 a 2019.



Fonte: Moraes e Pinheiro (2021, p. 46)

Verifica-se que o ano de 2017 marca o cumprimento da CEA em relação ao FEC limite, enquanto que nos anos anteriores, em nenhum momento atingiu um patamar positivo.

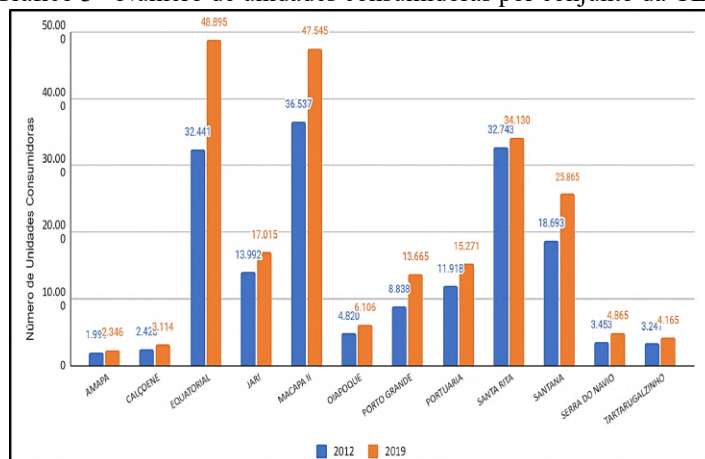
#### 4.2. Indicadores de continuidade por conjunto consumidor

Aqui, são destacados os indicadores de continuidade, discriminados por conjunto consumidor, com o intuito de visualizar o desempenho da CEA, em relação aos limites estabelecidos pela ANEEL, em cada um desses conjuntos.

Para se ter uma visão geral do comportamento individual de cada conjunto, tomou-se como exemplo o detalhamento da situação dos dois conjuntos extremos, com relação ao quantitativo do número de consumidores, destacando o maior e o menor conjunto. Isso infere na relação que o desempenho dos indicadores DEC e FEC impactam sob os dois conjuntos que possuem posições opostas, diante do peso de consumidores que abrangem.

Observa-se, no gráfico 3, que os conjuntos que apresentam o menor e o maior número de consumidores foram Amapá e Equatorial, respectivamente. O conjunto consumidor Amapá representou um crescimento de apenas de 351 unidades consumidoras durante o período analisado, e em 2019 possuía 2.346 unidades consumidoras, menor conjunto em unidade consumidora do estado.

Gráfico 3 - Número de unidades consumidoras por conjunto da CEA.



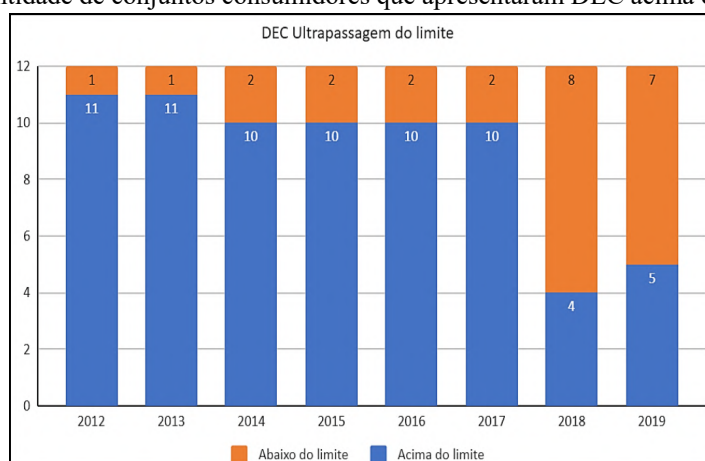
Fonte: Moraes e Pinheiro (2021, p. 49)

O conjunto consumidor que apresentou o maior quantitativo em unidade consumidora do estado foi o Equatorial, com 48.895 unidades, em 2019. E, no decorrer do período, mostrou um crescimento de 16.454 unidades.

#### 4.2.1 Desempenho do DEC

O gráfico 4 apresenta a quantidade de conjuntos consumidores, dentre o total de 12 (doze), que apresentam o indicador DEC acima e abaixo do limite estabelecido pela ANEEL, em cada ano, onde se observa que há diminuição do número de conjuntos que ultrapassaram os valores limites, nos 2 (dois) últimos anos do período analisado.

Gráfico 4 - Quantidade de conjuntos consumidores que apresentaram DEC acima e abaixo do limite.



Fonte: Moraes e Pinheiro (2021, p. 53)

O quadro 1 indica quais os conjuntos consumidores estavam acima ou abaixo dos limites de DEC estabelecidos nos anos de 2012 a 2019.

Quadro 1 - Ultrapassagem do limite DEC dos conjuntos consumidores CEA.

ANOS	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
AMAPA								

CALÇOENE								
EQUATORIAL								
JARI								
MACAPÁ II								
OIAPOQUE								
PORTO GRANDE								
PORTUARIA								
SANTA RITA								
SANTANA								
SERRA DO NAVIO								
TARTARUGALZINH O								

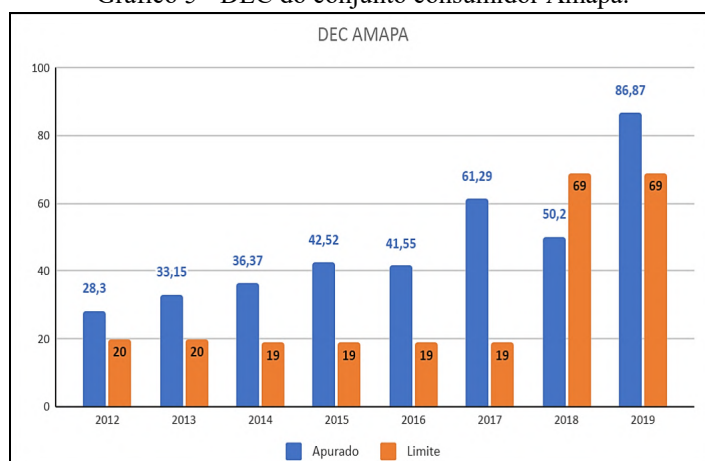
Acima do limite.

Abaixo do limite.

Fonte: Adaptado de Moraes e Pinheiro (2021).

Destacando-se o conjunto Amapá, vê-se pelo gráfico 5 que o DEC apurado apresentou, em todos os anos, ultrapassagem em relação aos limites estabelecidos, com exceção do ano de 2018, no qual o DEC ficou 18,8 horas abaixo do limite e apresentou redução do DEC apurado em relação ao valor de 2017.

Gráfico 5 - DEC do conjunto consumidor Amapá.

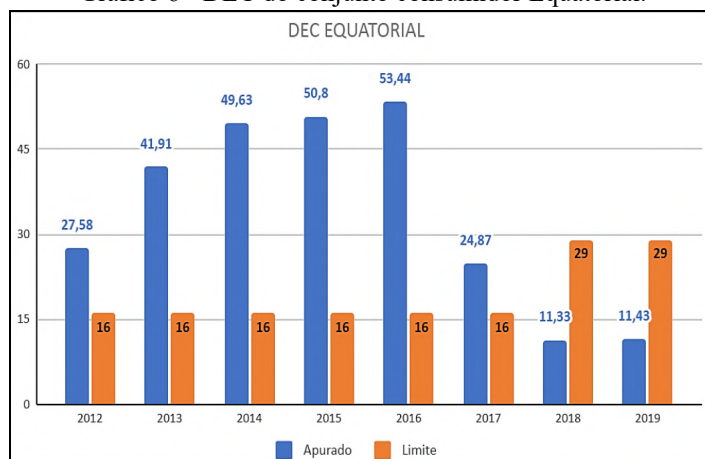


Fonte: Moraes e Pinheiro (2021, p. 54)

Verifica-se que há uma piora desse indicador, evidenciado pelo crescimento do DEC ao longo do período analisado, mostrando um salto de 2018 para 2019 de 36,67 horas, a maior registrada em anos consecutivos. Levando em conta apenas o histórico apresentado do indicador apurado, pode-se inferir uma projeção negativa para os próximos anos.

Ao se observar o conjunto Equatorial, verifica-se que o indicador DEC apresentou um gradativo crescimento de 2012 a 2016 (Gráfico 6), não estando em obediência aos limites estabelecidos. A maior duração de interrupção foi em 2016, com 53,44 horas, onde o valor ultrapassado do DEC apurado, em relação ao limite, registra 37,44 horas, sendo o maior em todo o período.

Gráfico 6 - DEC do conjunto consumidor Equatorial.



Fonte: Moraes e Pinheiro (2021, p. 55)

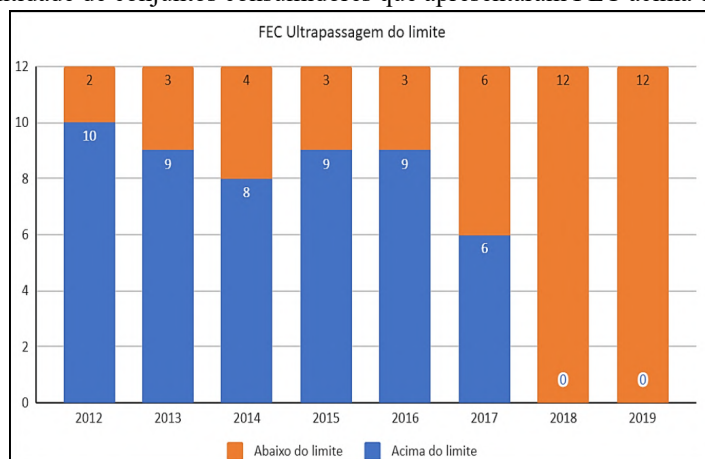
Nota-se que em 2017 há uma repentina queda do DEC apurado em relação ao ano anterior, reduzindo de 53,44 para 24,87 horas. Nos anos de 2018 e 2019 o indicador não apresenta ultrapassagem dos limites, mostrando resultados positivos com a margem de 17,67 e 17,57 horas, respectivamente. O gráfico 6 mostra, ainda, que os limites estabelecidos de 2012 a 2017 não apresentaram variações, havendo acréscimo apenas em 2018 e 2019.

No relatório de auditoria de gestão - RAG/2018 (CEA, 2019), consta que duas das ações executadas pela empresa em 2018 e 2019, que contribuíram para a diminuição dos índices de interrupções e a facilidade na intercomunicação entre o operador central, localizado em Macapá, com outras estações, situadas em outros municípios do Estado, foram: a ativação dos religadores automáticos e limpeza dos alimentadores, ressaltando que os religadores da CEA estavam desligados anteriormente; e a implantação do sistema de comunicação via rádio em todo o Estado, cuja meta estabelecida ficou comprometida em função da precariedade da internet.

#### 4.2.2 Desempenho do FEC

O gráfico 7 apresenta a situação do grupo de conjuntos consumidores com relação ao FEC. Observa-se que houve considerável melhoria do indicador, a partir de 2017, representando o gradativo enquadramento dos conjuntos aos limites estabelecidos. Durante o período de 2012 a 2016 houve uma pequena oscilação nessas quantidades, mas sempre com uma quantidade muito superior de conjuntos que apresentaram FEC apurado acima do limite.

Gráfico 7 - Quantidade de conjuntos consumidores que apresentaram FEC acima e abaixo do limite.



Fonte: Moraes e Pinheiro (2021, p. 50)

Em 2018 e 2019 a situação torna-se satisfatória, pois todos os conjuntos apresentaram ocorrências de interrupções abaixo do limite estabelecido. O quadro 2 indica quais os conjuntos consumidores estavam acima ou abaixo dos limites de FEC estabelecidos nos anos de 2012 a 2019.

Quadro 2 - Ultrapassagem do limite FEC dos conjuntos consumidores CEA.

CONJUNTO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
AMAPA								
CALÇOENE								
EQUATORIAL								
JARI								
MACAPÁ II								
OIAPOQUE								
PORTO GRANDE								
PORTUARIA								
SANTA RITA								
SANTANA								
SERRA DO NAVIO								
TARTARUGALZINH O								

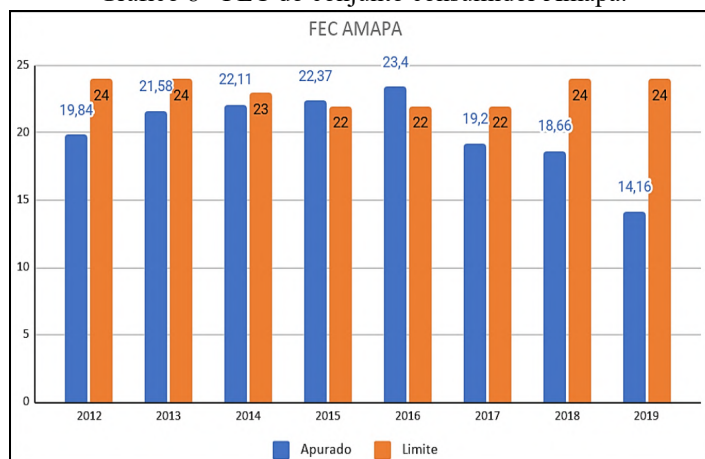
Acima do limite.

Abaixo do limite.

Fonte: Adaptado de Moraes e Pinheiro (2021).

Com relação ao conjunto consumidor Amapá, o gráfico 8 apresenta a relação dos valores do FEC apurado com o FEC limite para o conjunto. É possível verificar que apenas em 2015 e 2016 o indicador FEC apurado apresenta resultado acima do limite e, ainda, que houve redução do indicador apurado desde 2017 até 2019. Essa redução do FEC apurado e o aumento do limite, ocorrido a partir de 2018, gera uma perspectiva positiva para que o enquadramento do conjunto, dentro do FEC limite, continue ocorrendo nos próximos anos.

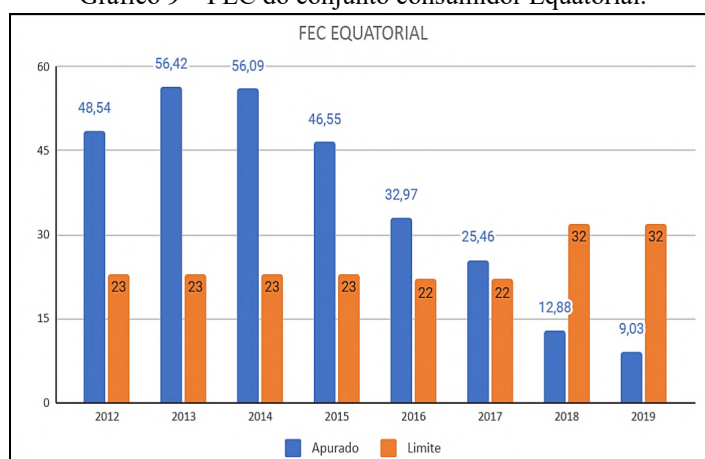
Gráfico 8 - FEC do conjunto consumidor Amapá.



Fonte: Moraes e Pinheiro (2021, p. 51)

Para o conjunto Equatorial, observa-se no gráfico 9 que, no período compreendido entre 2012 a 2017, o FEC apurado apresenta ultrapassagens expressivas com relação aos limites estabelecidos, mostrando, ainda, que nos anos de 2012 a 2015 os valores do FEC apurado correspondem a mais do dobro dos valores limites.

Gráfico 9 – FEC do conjunto consumidor Equatorial.



Fonte: Moraes e Pinheiro (2021, p. 52)

Observa-se, notadamente, que há um decréscimo do FEC apurado a partir de 2013, significando um grande progresso, principalmente nos anos de 2018 e 2019 onde as ocorrências caíram para valores bem abaixo da metade dos limites impostos.

## 5. CONCLUSÃO

A pesquisa foi realizada a partir das informações públicas disponibilizadas no site da ANEEL e nas notas técnicas emitidas pela Superintendência de Regulação dos Serviços de Distribuição (SRD), uma vez que foi identificada vasta carência de dados públicos por parte da



concessionária local. Ainda assim, foi feita a análise do histórico de apuração dos indicadores de continuidade coletivos no período correspondente aos anos de 2012 a 2019. Foram avaliados o DEC e o FEC global e por conjunto consumidor.

Os dados evidenciam considerável queda nos valores DEC e FEC apurados, observada a partir dos dados registrados em 2016, um ano após a interconexão do sistema elétrico do Amapá ao SIN, fato que representa expectativa de redução das ocorrências de falta de abastecimento de energia e garante maior confiabilidade ao sistema. Observa-se, também, que apesar da redução progressiva dos valores apurados, o enquadramento do DEC global em relação ao limite exigido ocorreu somente em 2018, enquanto o FEC global veio a respeitar o limite em 2017.

Em se tratando da avaliação do DEC e FEC individual, foram selecionados, para efeito de exemplificação, apenas os conjuntos Amapá e Equatorial, por terem, respectivamente, o menor e o maior número de unidades consumidoras. Para ambos é notório que o parâmetro FEC possui perfil de características similares, pois há observância pelos gráficos que a tendência do FEC apurado é reduzir no decorrer dos anos nos dois conjuntos, como ocorre, também, na trajetória do FEC global. Em contrapartida, na avaliação do DEC foi visto que o conjunto que detém maior número de unidades consumidoras - o Equatorial - possui melhor desempenho, em comparação com o conjunto Amapá, que é o menor conjunto consumidor.

Embora o desempenho dos indicadores de qualidade apresente significativo progresso, é interessante analisar de forma individualizada todos os conjuntos consumidores, uma vez que contribuem para o resultado dos indicadores globais. Isso é importante para que haja visibilidade acerca dos obstáculos que cada conjunto enfrenta, de modo que haja ações para saná-las ou, pelo menos, minimizá-las, independentemente do quantitativo de unidades consumidoras, elemento que, geralmente, interfere na prioridade do abastecimento de energia.

Sugere-se, para trabalhos futuros, maior aprofundamento incluindo variadas temáticas, como a correlação dos indicadores de continuidade coletivos (DEC e FEC) com as características geográficas, sociais e econômicas de cada conjunto, e a análise das causas técnicas e estruturais das descontinuidades de energia para que, assim, motive tomadas de ações da concessionária no combate aos devidos sinistros no fornecimento.

## REFERÊNCIAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa n. 483, de 17 de abril de 2012.** Altera a Norma de Organização da ANEEL 001, aprovada pela Resolução Normativa nº 273,

de 10 de julho de 2007. Brasília: ANEEL, 2012. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012483.pdf>. Acesso em: 18 set. 2020.

\_\_\_\_\_. **Nota Técnica n. 142, de 14 de setembro de 2016.** Estabelece os limites para os indicadores de continuidade DEC e FEC dos conjuntos da Companhia de Eletricidade do Amapá - CEA, para o período 2017 a 2021. Brasília: ANEEL, 2016.

\_\_\_\_\_. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Nacional Elétrico - PRODIST: Módulo 1 - Introdução.** Brasília: ANEEL, 2018.

\_\_\_\_\_. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Nacional Elétrico - PRODIST: Módulo 8 - Qualidade de Energia Elétrica.** Brasília: ANEEL, 2021.

ARAÚJO, F. J. C.; VASCONCELOS, P. C. S.; LACERDA, R. F. Qualidade do Fornecimento de Energia Elétrica e a Indústria 4.0. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 2018, Maceió. **Anais eletrônicos [...]**. Maceió: [s.n.], 2018. Disponível em: [https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/eletrica/19\\_qnfdeeeai4.pdf](https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/eletrica/19_qnfdeeeai4.pdf). Acesso em: 02 jan. 2021.

BRASIL. **Lei n. 9.427, de 26 de dezembro de 1996.** Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9427cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9427cons.htm). Acesso em: 18 out. 2019.

CEA. Companhia de Eletricidade do Amapá. **Relatório de Auditoria de Gestão - RAG/2018.** Macapá: CEA, 2019. Disponível em: <https://sigdoc.ap.gov.br/public/arquivo/5e1c6f18a500f2a258a8d814>. Acesso em: 28 dez. 2020.

MORAES, T. B. C.; PINHEIRO, W. S. **Análise da qualidade do serviço prestado pela Companhia de Eletricidade do Amapá por meio dos indicadores de continuidade coletivos, DEC e FEC, no período de 2012 a 2019.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2021.

NOBRE, M. M. **A Avaliação da qualidade da energia elétrica através do custo da interrupção para o consumidor industrial e dos indicadores (DEC E FEC).** 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência de Engenharia de Energia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2017.

PAULILO, G. Conceitos gerais sobre qualidade da energia. **O Setor Elétrico**, São Paulo, ed. 84, p. 28-35, jan. 2013. Disponível em: <https://pdf.magtab.com/leitor/193/edicao/3526>. Acesso em: 26 set. 2019.

# ***Capítulo 5***

---

## **PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE MODELO EXPERIMENTAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR MEIO DO EFEITO PIEZOELÉTRICO - ESTUDO PRÉ- EXPERIMENTAL**

**DOI: 10.29327/5241738.1-5**

Fernando Ferreira  
Edson Luiz Schultz

# PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE MODELO EXPERIMENTAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR MEIO DO EFEITO PIEZOELÉTRICO – ESTUDO PRÉ-EXPERIMENTAL

*Fernando Ferreira*

*Edson Luiz Schultz*

## RESUMO

A energia elétrica está cada vez mais presente e é cada vez mais necessária na forma de organização da vida dos indivíduos, podendo ser obtida por meio de fontes energéticas primárias, tais quais como as Hidroelétricas e Termoelétricas. Contudo, esse tipo de geração de energia pode direcionar impactos econômicos, sociais, tecnológicos e ambientais. Nesse sentido, rever as formas de consumo e de geração de energia se fazem necessários, vez em que influenciam diretamente no montante de mudanças climáticas. Diante desse cenário, o presente estudo tem por objetivo central o de elaborar projeto de sistema de micro geração de energia elétrica acoplado a uma cama elástica por meio do efeito piezoelétrico. Este texto propõe a realização de estudo do tipo observacional experimental a partir de elaboração conceitual e de revisão de literatura, fazendo parte do projeto de Conclusão de Curso em Engenharia Elétrica do aluno Fernando Ferreira, discente da Faculdade Guarapuava, com sede no município de Guarapuava-PR, Brasil. A etapa inicial do projeto prático se dará por meio da escolha dos materiais a serem empregados na realização do experimento. Inicialmente, foram eleitos modelo de cama elástica tipo mini *jump* com capacidade para até 150 Kg e pastilhas piezoelétricas, as quais serão acopladas e conectadas a um transdutor de eletricidade. Ademais, para execução e montagem de projeto, serão empregados outros materiais, tais como Capacitor e Voltímetro Digital. A montagem do modelo a ser testado consistirá na instalação de sistema de captação de pressão exercida por saltos realizados por uma pessoa sob uma cama elástica (modelo mini *jump*), onde essa força de pressão será transmitida às pastilhas piezoelétricas e então passadas a um capacitor por meio de cabos elétricos, sendo realizada a leitura digital do potencial energético produzido por meio do voltímetro. Ao término do período de realização deste projeto de pesquisa, espera-se verificar a capacidade máxima de produção energética, podendo essa metodologia ser reproduzida posteriormente em academias as quais possuam a modalidade de aula de *Jump*, servindo de embasamento para o desenvolvimento de sistemas de geração de energia em complemento às necessidades locais, reduzindo gastos de consumo e com o aproveitamento da conversão de energia provinda da pressão exercida sob as bases das camas-elásticas em energia elétrica, sendo um tema promissor e inovador dentro do tema de inovação e sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Energia Elétrica; Efeito Piezoelétrico; Inovação e Sustentabilidade Energética.

## ABSTRACT

Electrical energy is increasingly present and is increasingly necessary in the way of organizing people's lives, and can be obtained through primary energy sources, such as Hydroelectric and

Thermoelectric. However, this type of energy generation can direct economic, social, technological and environmental impacts. In this sense, reviewing the forms of energy consumption and generation are necessary, since they directly influence the amount of climate change. Given this scenario, the main objective of this study is to develop a project for a micro generation of electricity coupled to a trampoline through the piezoelectric effect. This text proposes the realization of an experimental observational study based on a conceptual elaboration and a literature review, as part of the project Completion of Course in Electrical Engineering of the student Fernando Ferreira, student of Faculdade Guarapuava, headquartered in the municipality of Guarapuava- PR, Brazil. The initial stage of the practical project will take place through the choice of materials to be used in carrying out the experiment. Initially, a mini jump trampoline model with a capacity of up to 150 kg and piezoelectric pads were chosen, which will be coupled and connected to an electricity transducer. In addition, for project execution and assembly, other materials will be used, such as Capacitor and Digital Voltmeter. The assembly of the model to be tested will consist of the installation of a pressure capture system exerted by jumps performed by a person under a trampoline (mini jump model), where this pressure force will be transmitted to the piezoelectric pads and then passed to a capacitor by electrical cables, with a digital reading of the energy potential produced using a voltmeter. At the end of the period of realization of this research project, it is expected to verify the maximum energy production capacity, and this methodology can be reproduced later in gyms which have the Jump class modality, serving as a basis for the development of generation systems of energy in addition to local needs, reducing consumption costs and taking advantage of the conversion of energy from the pressure exerted under the bases of trampoline beds into electricity, being a promising and innovative theme within the theme of innovation and sustainability.

**Keywords:** Electric Energy; Piezoelectric effect; Energy Innovation and Sustainability.

## 1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A energia elétrica está cada vez mais presente e é cada vez mais necessária na forma de organização da vida dos indivíduos, se tornando item quase que obrigatório para o pleno funcionamento da sociedade atual. Vários avanços e descobertas no campo das ciências foram necessários para que tivéssemos hoje todas as formas de geração de energia existentes (GOMES e VIEIRA, 2009; RODRIGUES, 2016).

O fornecimento de energia elétrica é utilizado como indicador para quantificar o nível de qualidade de vida e desenvolvimento socioeconômico local, somado a outras variáveis. Sabe-se que os indivíduos e em especial as indústrias dependem diretamente dessa para a manutenção de suas atividades (SANTOS e CHAUCOSKI, 2020).

Os setores industrial e doméstico representam os maiores consumidores de energia elétrica no Brasil e no mundo e, segundo estimativas, esse consumo tende a aumentar frente ao avanço nos setores de produção e em razão do crescente demográfico em países em desenvolvimento (MANUEL e VICTORINA, 2020).

De acordo com o estudo de Borges (2021), a energia elétrica pode ser obtida por meio de fontes energéticas primárias, as quais são alteradas por conversores, contudo, esse tipo de

geração de energia pode direcionar impactos econômicos, sociais, tecnológicos e ambientais. Nesse sentido, rever as formas de consumo e de geração de energia se fazem necessários, vez em que influenciam diretamente no montante de mudanças climáticas (COSTA FILHO et al., 2021) e, segundo Rodrigues (2016), para que cada vez seja possível a conservação do meio ambiente e dos recursos naturais, cabe a comunidade científica o desenvolvimento e aprimoramento de fontes geradoras de energia elétrica renováveis e sustentáveis.

Diante do apresentado, o presente estudo justifica-se pela necessidade em se buscar, por meio de análise teórica e experimentação prática, fontes alternativas de geração de energia elétrica baseada em conceitos de sustentabilidade. Desta forma, sugere-se como proposta de trabalho o desenvolvimento de modelo experimental (protótipo) de sistema de micro geração de energia elétrica desenvolvido e instalado em uma cama elástica a partir do efeito piezoelétrico.

## 2. OBJETIVO GERAL

Elaborar projeto experimental de sistema de micro geração de energia elétrica a partir do efeito piezoelétrico de discos acoplados a parte inferior de uma cama elástica do tipo *mini jump*.

## 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1. O Efeito Piezoelétrico

Segundo Callister (2006), a origem do termo “*piezo*” vem do grego “*piezein*”, o que significa em termos gerais “pressão” ou “pressionar”. Desta forma, piezoelectricidade corresponde a capacidade que alguns materiais dielétricos têm de transformar tensões mecânicas em cargas elétricas por meio de efeito direto. Contudo, este efeito pode ocorrer de forma inversa, onde são transformadas cargas elétricas em deformações mecânicas (Figura 1).

**Figura 1** – Representação esquemática do efeito piezoelétrico.



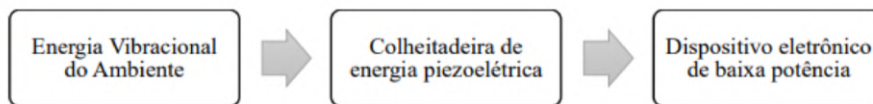
Fonte: Eiras (2004).

Segundo Silva (2019), os irmãos Jacques e Pierre Currie foram os primeiros a descreverem o efeito piezoelétrico em 1880 por meio da observação da geração de potencial elétrico na superfície

de cristais ao se aplicar uma tensão mecânica sobre eles. Um ano depois, a piezoeletricidade inversa foi provada matematicamente por Lippmann.

A obtenção de energia elétrica a partir de sistemas piezoelétricos é obtida por meio da conversão da vibração captada pelo ambiente por coletores, dentro dos quais contêm materiais capazes de transformar a energia vibracional em energia elétrica e então transferidos a um dispositivo de baixa potência (Figura 2) (ERTURK e INMAN, 2011).

**Figura 2** – Esquema simplificado da geração de energia elétrica por meio do efeito piezoelétrico.

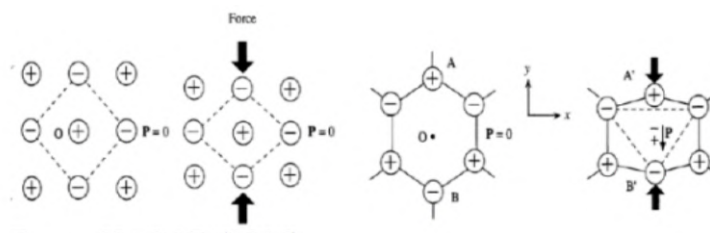


**Fonte:** Gualandi e Vieira (2023).

Segundo Gualandi e Vieira (2023), os materiais piezoelétricos a serem empregados em sistemas de geração desse tipo são escolhidos baseados em suas capacidades de deformação em sua estrutura (efeito mecânica) ou também, quando em situação inversa, no caso de quando submetidos a um determinado campo elétrico, em apresentarem alterações em sua estrutura.

Se um agente externo exerce uma força mecânica sobre o cristal, a simetria do cristal se altera, tendo uma distribuição irregular das cargas, criando um campo elétrico (Figura 3) (Ligoski, 2019).

**Figura 3** – Representação da alteração da estrutura cristalina em função da aplicação de forças externas.



**Fonte:** Kasap (2006).

Assim como observado na Figura 3, a deformação do material gerada pela aplicação de uma força externa (compressão mecânica a exemplo), gera um campo elétrico que causa a transformação de energia mecânica em energia elétrica (MOREIRA, 2021).

### 3.2. Materiais Piezoelétricos

O empregado de materiais com propriedades piezoelétricas nos campos da ciência e tecnologia só é possível graças a capacidade desses materiais em apresentarem acoplamento eletromecânico (GUALANDI e VIEIRA, 2023). Alguns cristais naturais como a turmalina, o topázio e o quartzo apresentam a piezoelectricidade como característica intrínseca (VANDERWEGEN, 2023).

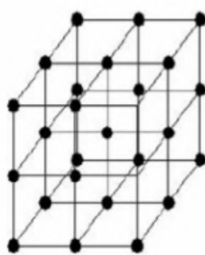
Além de serem encontrados na natureza, os materiais piezoelétricos podem ser obtidos a partir de um trabalho de preparo. É o caso da cana de açúcar e escamas de peixes, por exemplo (RODRIGUES, 2016). Na literatura, encontra-se as cerâmicas como materiais desenvolvidos e com grandes propriedades piezoelétricas por apresentarem eficiência na conversão de energia. Essas cerâmicas são compostas de cristais perovskita (VANDERWEGEN, 2023).

De acordo com o livro “*Materials Science and Engineering: An Introduction*”, de Callister (2006), para que um material possua a propriedade piezoelétrica é necessária que haja assimetria de suas cargas elétrica dentro de cada célula unitária, possibilitando assim a formação de um forte dipolo entre íons (CALLISTER 2006).

Entre os materiais com propriedades piezoelétricas, os cristais correspondem ao tipo de material mais abundante, onde dos 32 grupos cristalográficos, 20 apresentam centro de simetria e, portanto, são piezoelétricos (TILLEY, 2014).

Segundo Rodrigues (2016), os materiais cristalinos são compostos por uma estrutura ordenada, na qual há um padrão de repetições, de forma com que seja exatamente igual em qualquer ponto da estrutura (simetria cristalina) (Figura 4).

**Figura 4** – Representação da estrutura simétrica dos materiais cristalinos.

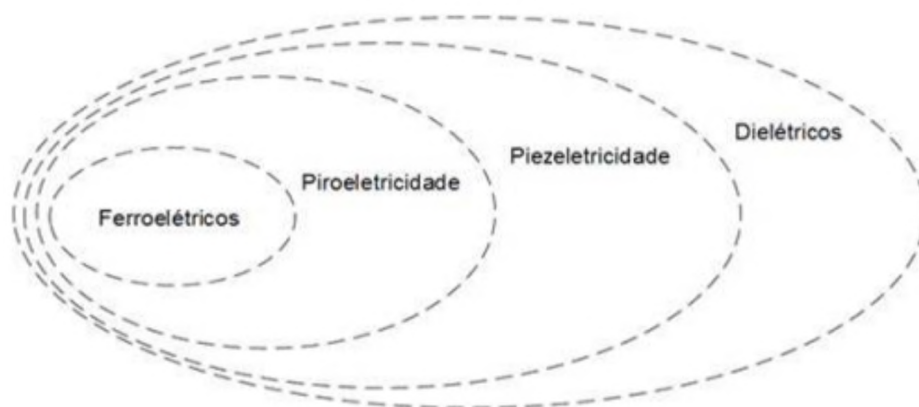


**Fonte:** Rodrigues (2016).

Conforme cita autores como Moreira (2021) e Rodrigues (2016), os cristais podem ser divididos nas seguintes classes, baseadas em suas características e/ou propriedades: Ferroelétricos, Piroelétricos, Piezoelétricos e Dielétricos (Figura 5).



**Figura 5** – Classificações dos cristais quanto as suas propriedades.



Fonte: Eiras (2004).

### 3.3. Exemplos De Aplicações De Sistemas Piezoelétricos Na Geração De Energia Elétrica

Segundo Borges (2021), o Brasil, no período entre 1990 e 2000 apresentou aumento de consumo de energia de mais de 49%, enquanto que a capacidade instalada foi de apenas 35%. Atualmente, conforme dados disponibilizados pelo Ministério de Minas e Energia (2016), houve aumento em mais de 81% na participação de fontes renováveis de energia na matriz energética brasileira nos últimos anos. Contudo, no mesmo relatório, é possível observar a preponderância da matriz hidráulica, sendo responsável por 66,5% do total da capacidade de geração energética nacional.

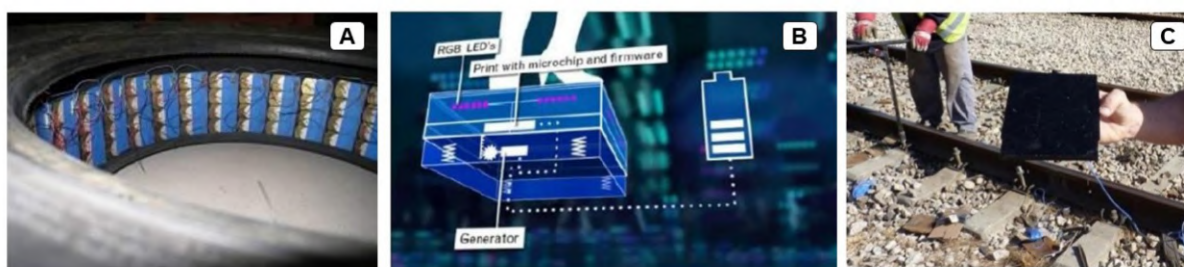
A crise hídrica vivenciada na última década em diferentes regiões do Brasil fez vir à tona uma problemática envolvendo questões energéticas. O baixo índice de chuvas nas regiões centro-oeste e sudeste reduziu os volumes de água das hidrelétricas, sendo necessário estímulo à participação das termoeletricas, chegando essa modalidade de geração de energia a representar mais de 17% da matriz energética nacional em 2019 (MOTA, 2021; EPE, 2020).

Ainda que a geração de energia elétrica por meio de sistemas piezoelétricos represente um salto no âmbito de inovação de fontes limpas de energia, esse tipo de captação energética não participa da matriz brasileira e nem mundial (RODRIGUES, 2016).

A captação de energia a partir de vibrações é uma das áreas de aplicação de materiais piezoelétricos. A principal ideia é colher energia disponível no ambiente em volta de um sistema e transformá-la em energia elétrica utilizável (BEZERRA e ANDRADE, 2018). São exemplos de aplicação de sistemas compostos por materiais com propriedades piezoelétricas utilizadas para a

geração de energia: pneus capazes de gerar energia elétrica a partir da constante deformação destes durante a movimentação dos carros (Figura 6A); pisos de boates que geram eletricidade devido ao impacto com o solo durante a dança e/ou movimentação de pessoas (Figura 6B); trilhos de trem que transformam a pressão exercida sob esses em energia (Figura 6C) (MAKKI e POP-ILIEV, 2011; PERLINGEIRO, PIMENTA e SILVA, 2016; SING, 2010).

**Figura 6** – Exemplos práticos de sistemas de geração de energia elétrica por meio da utilização de materiais piezoelétricos.



**Fonte:** Adaptado de Makki e Pop-Iliev (2011), Perlingeiro, Pimenta e Silva (2016) e Sing (2010).

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. Tipo De Estudo, Local E Período De Realização

Este texto propõe a realização de estudo do tipo observacional experimental a partir de elaboração conceitual e de revisão de literatura, fazendo parte do projeto de Conclusão de Curso em Engenharia Elétrica do aluno Fernando Ferreira, discente da Faculdade Guarapuava, com sede no município de Guarapuava-PR, Brasil. O estudo prático será realizado no segundo semestre do ano de 2023.

### 4.2. Descrição Das Etapas E Procedimento Do Estudo

A etapa inicial do projeto prático, posterior realização de revisão bibliográfica, se dará por meio da escolha dos materiais a serem empregados na realização do experimento. Inicialmente, foram eleitos modelo de cama elástica tipo mini *jump* com capacidade para até 150 Kg (Figura 7A) e pastilhas piezoelétricas (Figura 7B), as quais serão acopladas e conectadas a um transdutor de eletricidade.

**Figura 7** – Materiais a serem empregados no desenvolvimento prático do projeto.



**Fonte:** Mercado Livre (2023).

Ademais, para execução e montagem de projeto, serão empregados outros materiais, os quais encontram-se em fase de escolha, tais como o Capacitor, sendo esse um dispositivo capaz de armazenar as cargas elétricas a partir do sistema. A capacidade de geração energética produzida será mensurada por meio de Voltímetro Digital modelo ET-1400 da marca Minipa (Figura 8).

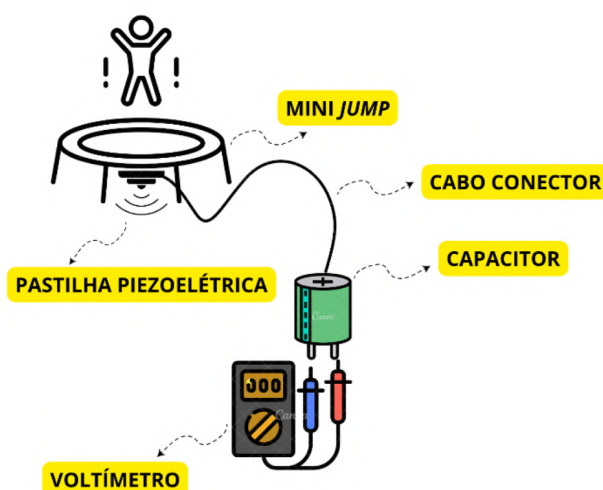
**Figura 8** – Voltímetro Digital modelo ET-1400.



**Fonte:** Minipa (2023).

A montagem do modelo a ser testado consistirá na instalação de sistema de captação de pressão exercida por saltos realizados por uma pessoa sob uma cama elástica (modelo *mini jump*), onde essa força de pressão será transmitida às pastilhas piezoelétricas e então passadas a um capacitor por meio de cabos elétricos, sendo realizada a leitura digital do potencial energético produzido por meio do voltímetro (Figura 9).

**Figura 9** – Representação esquemática da montagem do experimento prático proposto pelo estudo.



Fonte: O autor (2023).

Para a execução da etapa de testagem, será solicitada a diferentes voluntários que se dispuserem a contribuir com o estudo, que se posicionem de forma individual sob a cama elástica e, que ao sinal de “partida”, durante o período de tempo pré-determinado pelo pesquisador, realizem saltos em pequena e média intensidade. Os valores obtidos serão registrados e analisados ao fim do experimento.

## 5. RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se como etapas seguintes a realização da testagem do experimento como forma a se verificar a capacidade do sistema em produzir energia elétrica por meio do efeito piezoelétrico.

## 6. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Ao término do período de realização deste projeto de pesquisa, o qual tem por intuito central o de propor modelo teórico-prático de sistema de geração de energia elétrica por meio do efeito piezoelétrico, espera-se verificar a capacidade máxima de produção energética, podendo essa metodologia ser aplicada e reproduzida posteriormente em academias as quais possuam a modalidade de aula de *Jump*, podendo servir de embasamento para o desenvolvimento de sistemas de geração de energia em complemento às necessidades locais, reduzindo gastos de consumo e com o aproveitamento da conversão de energia provinda da pressão exercida sob as bases das camas-elásticas em energia elétrica, sendo um tema promissor e inovador dentro do tema de inovação e sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS

BEZERRA, H. S.; ANDRADE, R. S. **Proposta do uso de Pastilhas Piezoelétricas para Conversão de Energia Mecânica em Energia Elétrica**. Trabalho de Conclusão de Curso, Bacharelado em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual do Maranhão, 2018. Disponível em: <https://repositorio.uema.br/bitstream/123456789/1516/1/HELOYANE%20DA%20SILVA%20BEZERRA.pdf>

BORGES, Q. B. Crise de Energia Elétrica no Brasil: Uma Breve Reflexão Sobre a Dinâmica de suas Origens e Resultados. **Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar**. V. 2., N. 10, 2021. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/809/670>

CALLISTER, W.D. **Materials Science and Engineering: An Introduction**. John Wiley & Sons, E.U.A, 5ed., 2006

COSTA FILHO, F.C., OLIVEIRA, L.V.C., LIMA, D.S.V.R.; MOREIRA DA SILVA, C.R. Consumo sustentável: evolução da produção científica e agenda de pesquisa. **REUNIR: Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**, 11(1). 2021.

EIRAS, J. A. **Materiais Piezoelétricos**. Grupo de Cerâmicas Ferroelétricas Departamento de Física - Universidade Federal de São Carlos. 2004.

EPE. **Balanco Energético Nacional 2020: ano base 2019**. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética, São Paulo, 2020a. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-528/BEN2020\\_sp.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-528/BEN2020_sp.pdf)

GUALANDI, D. T. S.; VIEIRA, L. P. R. **Análise Numérica de Dispositivos de Geração de Energia Utilizando Materiais Piezoelétricos**. Trabalho de Conclusão de Curso, Bacharel em Engenharia Mecânica, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.cefet-rj.br/attachments/article/2943/An%C3%A1lise%20Num%C3%A9rica%20dispositivos%20de%20G>

era%C3%A7%C3%A3o%20de%20Energia%20utilizando%20Materiais%20Piezoel%C3%A9tricos.pdf

GOMES, J. P. B.; VIEIRA, M. M. F. O campo da energia elétrica no Brasil de 1880 a 2002. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, 43(2):295-321, MAR./ABR. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rap/a/NWxd9HmK8wJBGKMPq6GcLqz/?format=pdf&lang=pt>

KASAP, S. **Springer Handbook of Electronic and Photonic Materials**. Springer US, 2007.

MAKKI, N.; POP-ILIEV, R. Piezoelectric power generation in tires, SPIE Smart Sens. 20 May 2011, **SPIE Newsroom**. Vol.: Published online DOI: 10.1117/2.1201104.003702, 2011.

MANUEL, T. M.; VICTORINO, A. Padrões de consumo de energia no sector residencial: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade** (2020): 7(16): 605-618. Disponível em: <http://revista.ecogestaobrasil.net/v7n16/v07n16a10.html>

MERCADO LIVRE. **Pastilha Piezoelétrica de 35w 40kHz Ultra-sônica Transdutor**, 2023. Disponível em: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1149304958-pastilha-piezoeltrico-de-35w-40khz-ultra-snica-transdutor-\\_JM](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1149304958-pastilha-piezoeltrico-de-35w-40khz-ultra-snica-transdutor-_JM)

MERCADO LIVRE. **Cama elástica mini jump profissional 150Kg 36 molas reforço**, 2023. Disponível em: [https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1157053375-cama-elastica-mini-jump-profissional-150kg-36-molas-reforco-\\_JM#position=1&search\\_layout=stack&type=item&tracking\\_id=17b08885-b7b2-4100-8362-58bc2b9be8f6](https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1157053375-cama-elastica-mini-jump-profissional-150kg-36-molas-reforco-_JM#position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=17b08885-b7b2-4100-8362-58bc2b9be8f6)

MINIPA. **ET-1400**, 2023. Disponível em: <https://www.minipa.com.br/multimetros/multimetros-digitais/3-et-1400>

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Resenha Energética Brasileira, 2016**. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/3580498/02+-+Resenha+Energ%C3%A9tica>

+Brasileira+ 2016+-+Ano+Base+2015+ (PDF)/66e011ce-f34b-419e-adf1 -8a3853c 95fd4;version =1.0

MOREIRA, B. L. **Utilização de Sensores Piezoelétricos para Geração de Energia Elétrica a Partir da Vibração de Motores**. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande/MS, 2021.

MOTA, B. C. **Captção e Geração de Energia no Pavimento Rodoviário com a Aplicação de Células Piezoelétricas**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, 2021. Disponível em: [https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/60895/1/2021\\_dis\\_bcmota.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/60895/1/2021_dis_bcmota.pdf)

PERLINGEIRO, A. R.; PIMENTA, G. M.; SILVA, S. E. **Geração de energia através de materiais piezoelétricos**. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ, Rio de Janeiro, 2016.

RODRIGUES, S. R. **Análise Experimental Do Efeito Piezoelétrico Para A Geração De Energia Elétrica**. Trabalho de Conclusão de Curso, e Bacharel em Engenharia Elétrica, Instituto Tecnológico de Caratinga da DOCTUM – Caratinga/MG, 2016.

SANTOS, J. A. A.; CHAUCOSKI, Y. Previsão do Consumo de Energia Elétrica na Região Sudeste: Um Estudo de Caso Usando SARIMA e LSTM. **Revista Cereus**, 2020 Vol. 12. N. 4. Disponível em: <http://ojs.unirg.edu.br/index.php/1/article/view/3255/1716>

SING, Timon. **New Piezoelectric Railways Harvest Energy From Passing Trains**. 2010. Disponível em: <https://inhabitat.com/new-piezoelectric-railways-harvest-energy-from-passing-trains/>

TILLEY, R. J. D. **Cristais e estruturas cristalinas**, Cristalografia, 2014, cap. 1. Pag. 54.

VANDERWEGEN, A. **Estudo de um Sistema de Colheita de Energia com Transdutores Piezoelétricos**. Monografia, Curso de Bacharelado em Engenharia de Energia, Universidade

Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, 2023. Disponível em:  
<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/258044>



# ***Capítulo 6***

---

## **PROJETO DE INSTALAÇÃO DE ENERGIA SOLAR EM IMÓVEL RESIDENCIAL COM CONSUMO MENSAL SUPERIOR A 500 KWH – ESTUDO PRÉ INTERVENCIONAL E DE REVISÃO DE LITERATURA**

**DOI: 10.29327/5241738.1-6**

Júlio César Corrêa Volupca  
José Luiz Saviel Geraldis  
Edson Luiz Schultz

# PROJETO DE INSTALAÇÃO DE ENERGIA SOLAR EM IMÓVEL RESIDENCIAL COM CONSUMO MENSAL SUPERIOR A 500 KWH – ESTUDO PRÉ INTERVENCIONAL E DE REVISÃO DE LITERATURA

*Júlio César Corrêa Volupca*

*José Luiz Saviel Geraldis*

*Edson Luiz Schultz*

## RESUMO

A energia elétrica é a segunda maior fonte energética consumida no Brasil, estando unicamente atrás do petróleo e seus derivados. Devido as discussões na atualidade tendo com eixo central a sustentabilidade, a utilização de fontes de energia renováveis e sustentáveis é vista como alternativa em potencial, visto a grande preocupação frente aos impactos ambientais advindos do esgotamento dos recursos naturais. Devido ao fato do Brasil ser um país com alto índice de irradiação solar, a utilização deste recurso como fonte geradora de energia parece como o caminho para acesso a eletricidade por toda sociedade. Este estudo tem por objetivo principal o de descrever as etapas de desenvolvimento de projeto de instalação de sistema de captação e geração de energia elétrica por meio da luz solar em um imóvel residencial com consumo mensal superior a 500 kWh. Este estudo trata-se, pois, de pesquisa do tipo estudo de caso experimental com apoio de referencial teórico, compondo o Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Elétrica da Faculdade Guarapuava do autor correspondente (Júlio César Corrêa Volupca). A residência a ser implementada o presente projeto encontra-se localizada no município de Guarapuava-PR, Brasil. A primeira etapa para a realização do estudo compreendeu a avaliação inicial do terreno no qual encontra-se o imóvel residencial, assim como da residência na qual será realizada a parte prática do estudo, sendo utilizado o *Software AutoCAD* para elaboração de desenho técnico. Ainda foi elaborado o mapa de projeção solar. Posterior definição dos materiais a serem utilizados na realização de instalação de projeto, novo desenho técnico ilustrando o posicionamento do sistema de captação foi elaborado. Antes do envio do projeto ao órgão responsável pela liberação do projeto, este encontra-se em etapa de construção do Diagrama Multifilar e o Esquema de Segurança do sistema. Ao fim, espera-se poder realizar implementação de projeto de forma a se viabilizar a capacidade energética necessária para manter com a demanda do imóvel. Este estudo visa instigar a reprodução por parte da população pela busca de aquisição desse tipo de fonte de energia, gerando economia de recursos financeiros a médio e longo e prazo devido a alta durabilidade dos sistemas fotovoltaicos. Ademais, ressalta-se que o emprego desse tipo de energia em questão é benéfico, sustentável e limpa

**Palavras-chave:** Energia Elétrica; Sistemas Fotovoltaicos; Energia Solar; Sustentabilidade.

## ABSTRACT

Electric energy is the second largest energy source consumed in Brazil, second only to oil and its derivatives. Due to current discussions having sustainability as a central axis, the use of renewable and sustainable energy sources is seen as a potential alternative, given the great concern regarding the environmental impacts arising from the depletion of natural resources. Due to the fact that Brazil is a country with a high rate of solar irradiation, the use of this resource as a source of energy seems to be the way for society to have access to electricity. The main objective of this study is to describe the development stages of a project to install a system for capturing and generating electricity using sunlight in a residential property with a monthly consumption of more than 500 kWh. This study is, therefore, a research of the experimental case study type supported by a theoretical framework, composing the Course Completion Work in Electrical Engineering at Faculdade Guarapuava by the corresponding author (Júlio César Corrêa Volupca). The residence to be implemented in this project is located in the municipality of Guarapuava-PR, Brazil. The first stage for carrying out the study comprised the initial assessment of the land on which the residential property is located, as well as the residence in which the practical part of the study will be carried out, using AutoCAD Software to prepare the technical drawing. A solar projection map was also prepared. After defining the materials to be used in carrying out the project installation, a new technical drawing illustrating the positioning of the collection system was prepared. Before sending the project to the body responsible for releasing the project, it is in the construction phase of the Multiline Diagram and the System Safety Scheme. In the end, it is expected to be able to implement the project in order to enable the energy capacity necessary to keep up with the demand of the property. This study aims to instigate the reproduction by the population by seeking to acquire this type of energy source, generating savings of financial resources in the medium and long term due to the high durability of photovoltaic systems. In addition, it is emphasized that the use of this type of energy in question is beneficial, sustainable and clean

**Keywords:** Electric Energy; Photovoltaic Systems; Solar energy; Sustainability.

## 1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVAS

A energia elétrica é a segunda maior fonte energética consumida no Brasil, estando unicamente atrás do petróleo e seus derivados, segundo Abrahão e Souza (2021). Ainda, segundo os mesmos autores, o aumento do consumo elétrico está fortemente associado ao acréscimo populacional e ao desenvolvimento das indústrias em território nacional.

Devido discussões na atualidade tendo como eixo central “sustentabilidade”, a utilização de fontes de energia renováveis e sustentáveis é vista como alternativa em potencial, visto a grande preocupação frente aos impactos ambientais advindos do esgotamento dos recursos naturais (SILVA e ARAÚJO, 2022).

Segundo Vieira (2021), as energias renováveis são obtidas por meio da natureza, geradas por meio da luz solar, da força dos ventos, da chuva, das marés e das ondas e do calor, por exemplo.

De acordo com dados da Agência Internacional de Energia (*International Energy Agency*) (AIE, 2018), em 2017 o Brasil compunha a lista dos dez países que mais adicionaram sistemas de geração de energia utilizando a luz solar como fonte geradora (energia fotovoltaica), com 0,9 GWp

instalados e capacidade acumulada de 1,3 GWp.

Devido ao fato do Brasil ser um país com alto índice de irradiação solar, a utilização deste recurso como fonte geradora de energia parece como o caminho para acesso a eletricidade por toda sociedade. Contudo, esta tecnologia ainda tende a estar associada a investimentos expressivos (SILVA e ARAÚJO, 2022). Desta forma, diversos estudos têm sido realizados a fim de se ampliarem os conhecimentos e também baratear os gastos para que cada vez mais pessoas tenham acesso a esta tecnologia.

Por meio da análise do cenário abordado, este estudo justifica-se como de grande valia de forma a contribuir com a disseminação do tema, trazendo elucidação das etapas envolvidas no desenvolvimento de projeto de instalação de sistema de geração de energia por meio da luz solar, sendo essa uma modalidade de destaque quando se pensa no aproveitamento de recursos naturais, sem com que haja agressão e exploração desses.

## **2. OBJETIVO GERAL DO ESTUDO**

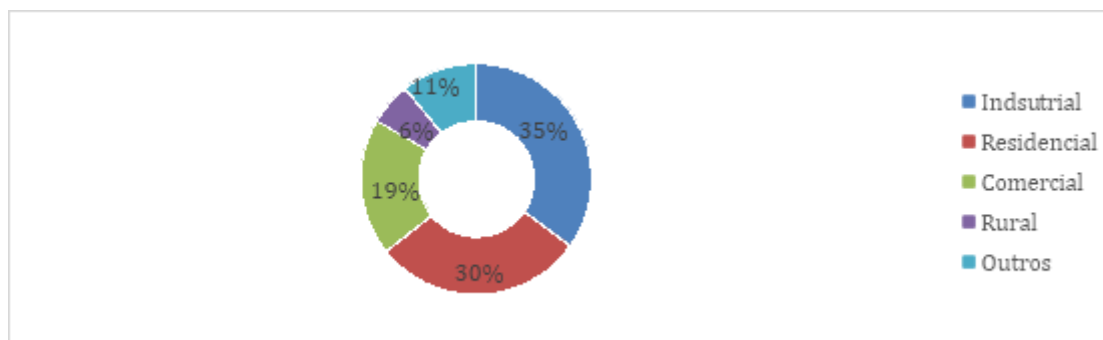
Descrever as etapas de desenvolvimento de projeto de instalação de sistema de captação e geração de energia elétrica por meio da luz solar em um imóvel residencial com consumo mensal superior a 500 kWh.

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1. Discussões Centrais Envolvendo Sustentabilidade E A Geração De Energia Elétrica A Partir Da Luz Solar**

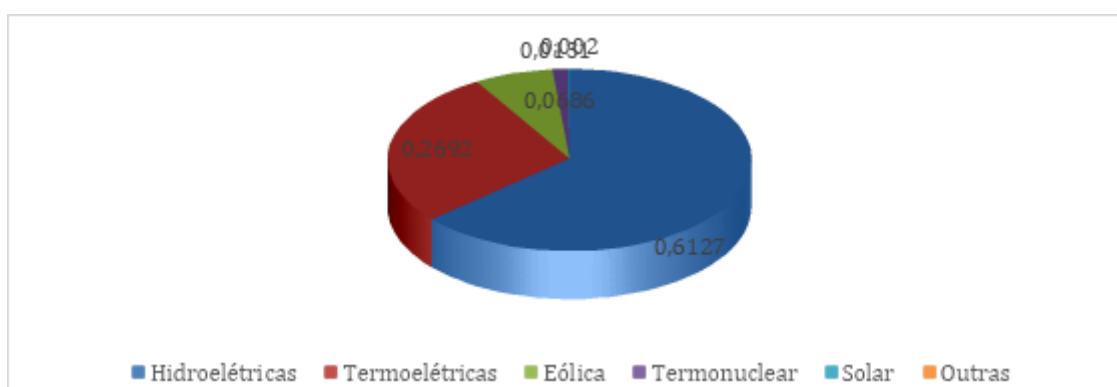
Nas últimas décadas houve aumento na propagação de discussões sobre o conceito de sustentabilidade, em especial devido a crescente conscientização global acerca de problemas nas esferas ambientais, os quais colocam em risco o futuro da humanidade (WANG et al., 2018).

Para autores como Watanabe (2017) e Castro e Silva (2022), a crescente econômica exponencial em países como o Brasil, requer maior utilização de recursos energéticos. De acordo com o Anuário Estatístico de Energia Elétrica, publicado no ano de 2020 e elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2020), o maior consumo de energia elétrica no Brasil se deu pelos setores industrial e residencial, representando 64% do total (Figura 1).

**Figura 1** - Gráfico do consumo energético no Brasil no ano de 2020 distribuídos por setores.

**Fonte:** Adaptado de Anuário Estatístico de Energia Elétrica (2020).

Segundo o relatório anual da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), no ano de 2018, o Brasil possuía capacidade total instalada de energia correspondente a 669,6 MW, sendo esses dados obtidos por meio da somatória das potências instaladas, concedidas ou autorizadas de usinas de geração de energia elétrica em operação (EPE, 2019). A ANEEL divulgou que no ano de 2017, as hidroelétricas correspondiam a 61,27% da matriz energética nacional, seguida pelas termoelétricas (27,92%). A energia solar correspondia a apenas 0,02% do total, conforme ilustra a Figura 2.

**Figura 2** – Demonstrativo da matriz energética brasileira no ano de 2017.

**Fonte:** Adaptado de ANEEL (2017).

É evidente a soberania da participação das hidroelétricas no cenário da matriz de distribuição energética no Brasil. Autores como Gasparin e Buhler (2018), trazem a existência de 2 problemas centrais na geração e utilização de energia elétrica advindas de hidroelétricas e termoelétricas: o primeiro deles é a grande dependência de uma única fonte de energia; já o segundo pode estar relacionado aos grandes períodos de estiagem, por exemplo, podendo ocasionar aumento do custo final.

Diante da existência desses problemas citados anteriormente, Vieira (2021), considera que a utilização de fontes geradoras de energia elétrica renováveis se torna o caminho para obtenção de uma energia mais limpa e barata, reduzindo impactos ambientais.

Durante a realização da Assembleia Geral da ONU (Organização das Nações Unidas) ocorrida no ano de 2015, houve o lançamento de uma ação global intitulada “Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, documento cujo o qual foi baseado em “17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (ODS) e 169 metas que devem ser alcançadas até o ano de 2030 pelos 193 países-membros. Entre os objetivos centrais está a erradicação da pobreza e a preservação do planeta por meio da conservação de recursos naturais e da utilização de fontes renováveis para a geração de energia (AGENDA 2030, 2021; RIBEIRO, 2022).

Nesta perspectiva, o contexto atual faz com que as nações realizem investimentos em instalação de sistemas de geração de energia que aproveitem a disponibilidade de recursos naturais (ROSA e GASPARIN, 2016). Desta forma, surge o conceito de “sustentabilidade energética”, termo o qual diz respeito a capacidade em se suprir as demandas de eletricidade sem que haja agressão ao meio ambiente (FAPESP, 2007).

A utilização de sistemas de geração de energia a partir da luz solar é importante para obter as metas de sustentabilidade atualmente propostas internacionalmente. É de grande valia o aproveitamento dessa fonte de energia, uma vez em que o sol corresponde a principal fonte luz e calor do planeta (SILVA e ARAUJO, 2022). A energia solar já é uma fonte bem desenvolvida tecnologicamente para geração de energia elétrica e, somente entre os anos de 2003 e 2013, esta fonte de energia foi responsável por um crescimento de 395% na capacidade total de produção de energia elétrica global (SILVA, 2015).

Mendonça et al. (2019), destacam que a utilização de fontes renováveis de energia, tais como a energia solar, enfrentam desafios de ordem econômica, as quais dificultam sua expansão na matriz energética brasileira. Essas fontes de energia renováveis representam a chave para um futuro sustentável no que diz respeito ao aproveitamento de recursos naturais como meio de geração de energia, contudo requerem-se políticas públicas que incentivem a adoção e migração para esse tipo de sistema (SILVA E ARAUJO, 2022).

### **3.2. Contextualização E Histórico Do Conceito De Energia Fotovoltaica**

O Sol é a principal fonte de energia do planeta, sendo ele uma fonte inesgotável e responsável pela manutenção da vida. A captação da energia advinda dessa fonte natural de luz e calor pode ser direcionada a geração de energia elétrica e térmica (PINHO; GALDINO, 2014; INPE, 2017).

Segundo estudo de Bezerra (2021), a energia gerada a partir do sistema de geração

fotovoltaica pode ser destinada à livre comercialização dentro do mercado de energia elétrica, assim como também pode ser gerada com intuito de ser empregada para o autoconsumo em residências e indústria.

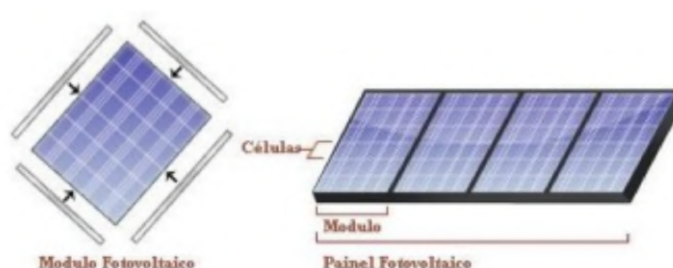
Um dos pioneiros em pesquisas sobre o efeito fotovoltaico foi o físico francês Alexandre Edmond Becquerel, que, no ano de 1839, descobriu que a energia solar poderia ser transformada em energia elétrica. Em seus experimentos ele posicionou eletrodos expostos à luz solar e mergulhados em um fluido (FADIGAS, 2012). Os primeiros relatos de utilização de células fotovoltaicas foram entre as décadas de 1960 e 1970, empregadas para a fabricação de satélites, em especial pelos países que disputavam a corrida espacial na época. Ainda hoje, as nações que detêm o domínio de maior tecnologia espacial, continuam a serem os quais mais utilizam a energia fotovoltaica como maior fonte de suprimento energético (ALVEZ, 2019).

### 3.3. Definição E Funcionamento Dos Sistemas De Geração De Energia Solar A Partir Do Efeito Fotovoltaico

A energia solar fotovoltaica é definida como a energia gerada através da conversão direta da radiação solar em eletricidade. Isto se dá, por meio de um dispositivo conhecido como célula fotovoltaica que atua utilizando o princípio do efeito fotoelétrico ou fotovoltaico (LANA et al., 2015). Segundo os mesmos autores, o efeito fotovoltaico é gerado através da absorção da luz solar, que ocasiona uma diferença de potencial na estrutura do material semicondutor.

As células fotovoltaicas correspondem cerca de 60% do total da placa solar, sendo que cada uma das células possui espessura inferior a 2mm (PORTAL SOLAR, 2011; MOURA, IGNÁCIO e PIRES, 2022) (Figura 3).

**Figura 3** – Célula fotovoltaica e painel fotovoltaico.



**Fonte:** Moura, Ignácio e Pires (2022).

O módulo solar fotovoltaico, popularmente conhecido como “placa solar” e/ou “painel solar” é o componente básico e essencial do sistema gerador dessa modalidade de energia (JUNIOR, 2021). Estes componentes são formados por um conjunto de células fotovoltaicas eletricamente

associadas (em série e/ou em paralelo). O conjunto destes módulos é chamado de gerador fotovoltaico e constituem a primeira parte do sistema, ou seja, são os responsáveis no processo de captação da irradiação solar e a sua transformação em energia elétrica (PEREIRA e OLIVEIRA, 2011).

Existem 2 tipos de sistemas de energia solar fotovoltaica. Os sistemas *ON-Grid* são sistemas conectados à rede elétrica em locais atendidos por rede de energia elétrica. Esse tipo de sistema apresenta crescimento exponencial no mercado fotovoltaico e a rede da concessionária funciona como uma bateria que recebe todo excedente de energia gerado (Figura 4).

**Figura 4** – Representação de sistema Fotovoltaico *ON-Grid*.



**Fonte:** Portal Solar (2022).

No sistema do tipo *ON-Grid*, quando a produção de energia for baixa, o sistema se preparará para utilizar a rede das distribuidoras. Em contrapartida, quando a produção for maior que a capacidade de uso, o sobressalente será transferido para a rede pública ao invés de armazenar o valor de produção de energia excedente e (MOURA, IGNÁCIO e PIRES, 2022). Cabe ressaltar que esse tipo de sistema tem menor valor de investimento devido ao fato de não possuir baterias.

Os sistemas fotovoltaicos do tipo *OFF-Grid* são sistemas que independem da rede de disponibilidade de rede elétrica convencional para funcionar, sendo possível sua utilização em localidades carentes de rede de distribuição elétrica, por exemplo (ALMEIDA et al., 2016). As baterias utilizadas neste sistema têm como função armazenar a energia elétrica excedente da produção para ser utilizado posteriormente em um momento em que a produção de energia for baixa (Figura 5) (MOURA, IGNÁCIO e PIRES, 2022).

**Figura 5** – Representação de sistema Fotovoltaico *OFF-Grid*.





Fonte: FPME (2023).

Segundo Moura, Ignácio e Pires (2022), existe uma terceira classificação de tipo de sistema de geração de energia fotovoltaica que é o sistema híbrido, sendo esse a junção dos dois modelos de sistemas descritos anteriormente.

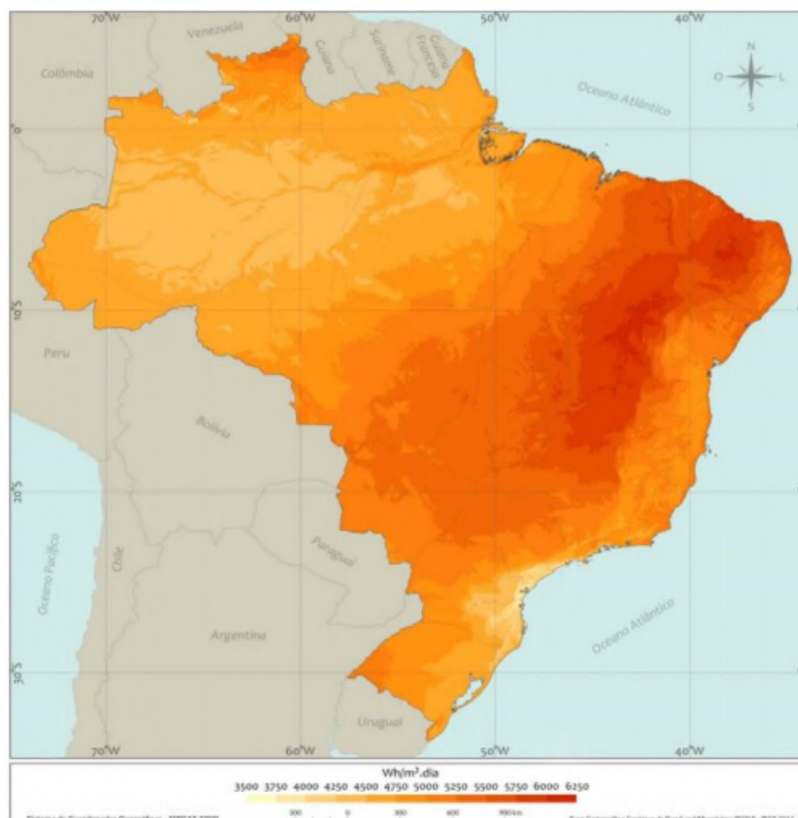
### 3.4. O Brasil Como Potência Na Geração De Energia Fotovoltaica

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2019) e com base no que apresenta Junior (2021), somente nos últimos 40 anos, o consumo de energia elétrica nacional cresceu mais de 250% e estimativas para o ano de 2050 é que esse número triplique, tornando um desafio emitente para o Brasil no que se refere ao suprimento dessa demanda.

Durante todo o ano, o Brasil apresenta grande potencial de aproveitamento de energia solar devido aos altos índices de irradiação solar durante a maior parte do ano (ALVES, 2019). Segundo dados do EPE (2007), a quantidade de energia do sol que irradia a Terra é o suficiente para atender dez mil vezes o consumo anual de energia elétrica do mundo, produzindo em torno de 1.700 kWh de energia elétrica por ano para cada metro quadrado de área. A energia total que incide sobre a Terra depende da latitude local e da posição no tempo (hora do dia e dia do ano) e, portanto, estão relacionados com o movimento de rotação e de translação (ALVEZ, 2019).

De acordo com o estudo de Junior (2021), o território brasileiro recebeu ao longo do ano de 2017, cerca de mais de 3.000 horas de luz solar, o que correspondeu a 4.499 Wh/m<sup>2</sup> (regiões em tons mais claros) a 6.300 Wh/m<sup>2</sup> (regiões em tons mais escuros), conforme ilustra a Figura 6.

**Figura 6** – Mapa territorial brasileiro ilustrando a distribuição de radiação solar ao longo do ano de 2017.



**Fonte:** Junior (2021).

Devido aos altos índices de radiação solar em praticamente todo o território, o emprego da energia solar como fonte de geração de energia é viável e representa um recurso em potencial para suprir com as demandas energéticas nos próximos anos, com conservação de recursos naturais (LIRA et al. 2019).

## 4. MÉTODOS

### 4.1. Local, Período E Tipo De Estudo

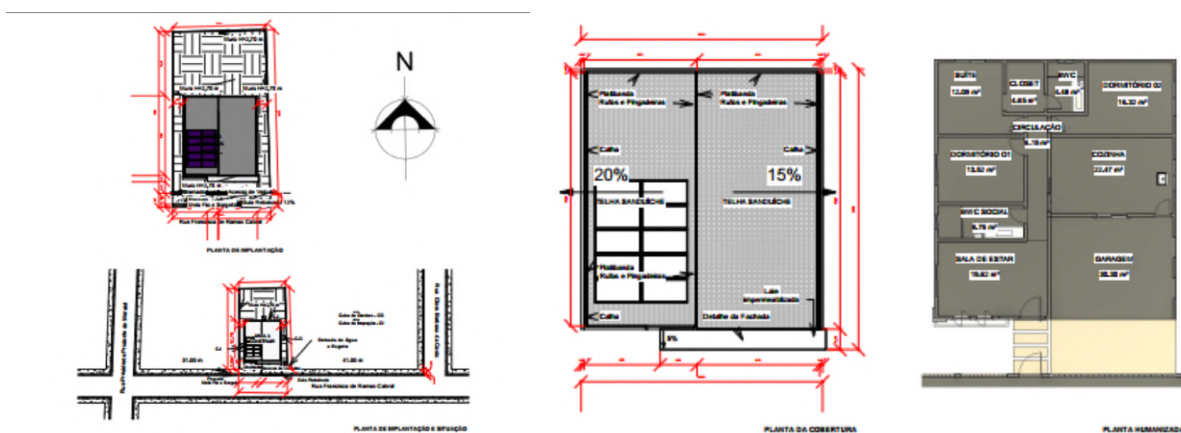
Esta pesquisa do tipo estudo de caso experimental com apoio de referencial teórico, propõe a realização e descrição das etapas de elaboração de projeto de instalação de sistema de geração de energia fotovoltaica em um imóvel residencial localizado no município de Guarapuava-PR, Brasil. As etapas iniciais (apresentadas nesse estudo) foram desenvolvidas entre os meses de abril e maio de 2023 e fazem parte do Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Elétrica da Faculdade Guarapuava do autor correspondente (Júlio César Corrêa Volupca).

## 5. RESULTADOS

### 5.1. DESCRIÇÃO DAS ETAPAS E TÉCNICAS EMPREGADAS NA AVALIAÇÃO INICIAL DO ESTUDO

A primeira etapa para a realização do estudo compreendeu a avaliação inicial do terreno no qual encontra-se o imóvel residencial, assim como da residência na qual será realizada a parte prática do estudo (Figura 7). Para tanto, para a realização de desenho técnico, utilizou-se o *Software AutoCAD*, disponível para *Windows 10*.

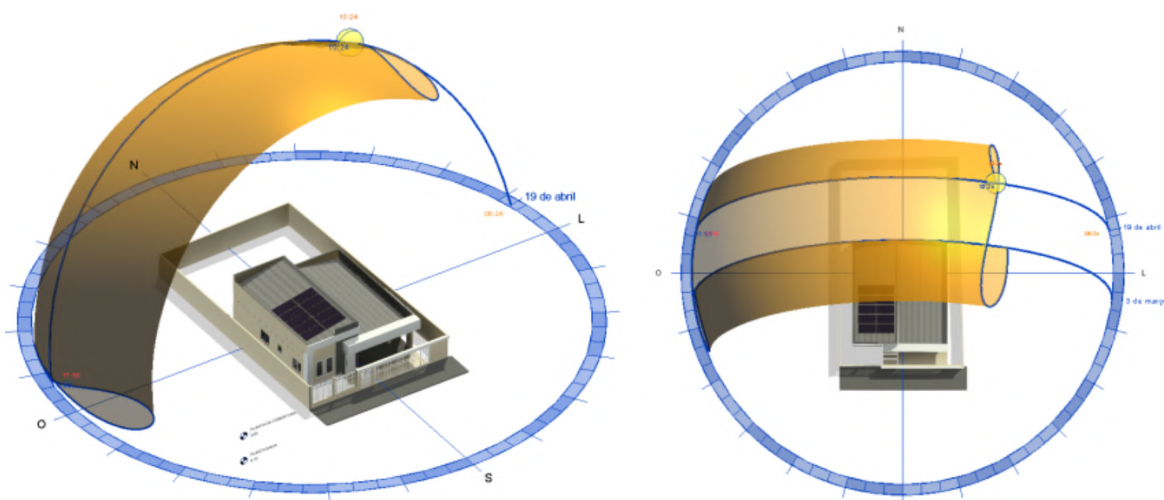
**Figura 7** – Desenho técnico da planta do imóvel onde será desenvolvido projeto prático.



Fonte: O autor (2023).

Ainda, como de parte fundamental para a o projeto, o desenvolvimento de mapa de projeção solar foi elaborado e apresentado na Figura 8.

**Figura 8** – Análise de projeção solar do imóvel a ser implantado o projeto prático com base no índice de radiação na data do dia 19 de abril de 2023.



Fonte: O autor (2023).

## 5.2. Descrição Das Etapas E Serem Empregadas No Desenvolvimento De Projeto Prático

As etapas que seguem, posterior análise inicial do projeto de implementação de sistema fotovoltaico, compreende a definição dos materiais a serem utilizados na realização prática do estudo, assim como apresenta o Quadro 1.

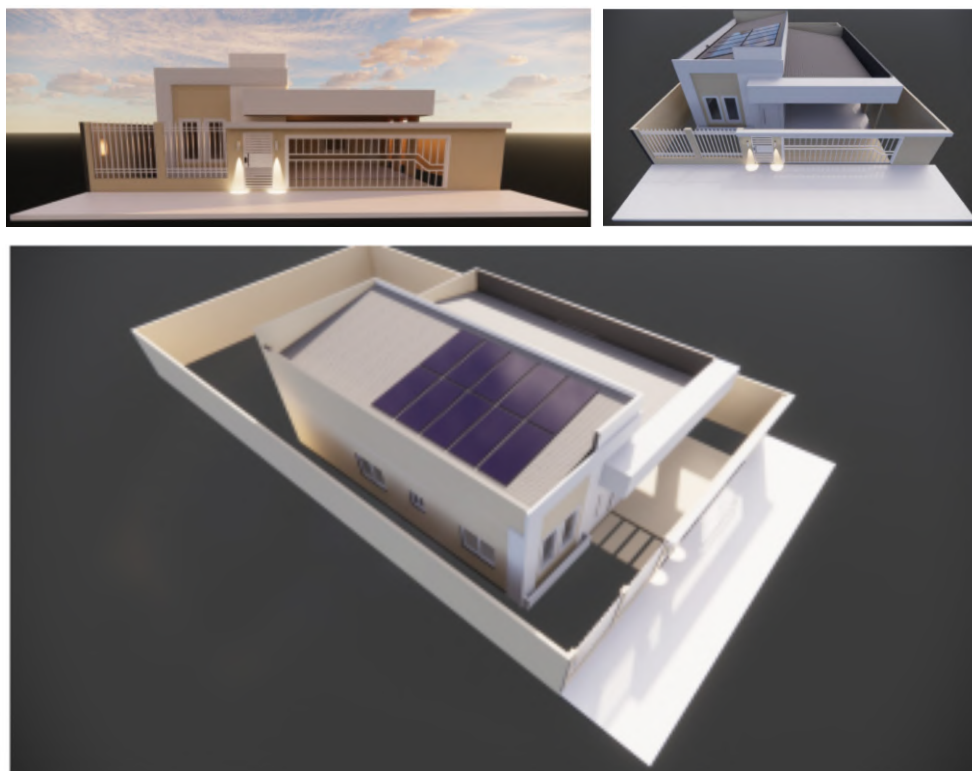
**Quadro 1** – Materiais a serem empregados no desenvolvimento prático do projeto.

MATERIAL	QUANTIDADE
Módulo fotovoltaico monocristalino EMSC 555 HC 540w	10
Inversor ON-Grid 3,6Kw EGT 3600 PRO 127V	1
Perfil metálico (par) 2400mm para Sistemas Fotovoltaicos	4
Estrutura para telha de fibrocimento fixada em madeira para 4 módulos	2
Conectores com cabo MC4 par FM/MC 1 via 1,5KV 39A	2

**Fonte:** O autor (2023).

Ainda, de forma a se observar o posicionamento do sistema de captação, novo desenho técnico no *Software AutoCAD* foi realizado (Figura 9).

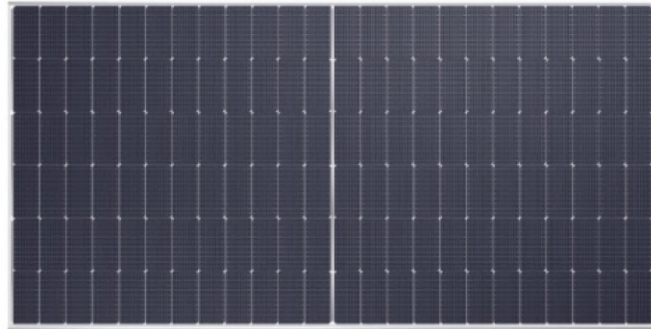
**Figura 9** – Desenho técnico ilustrando o posicionamento de sistema de captação de energia solar.



**Fonte:** O autor (2023).

Para a instalação dos painéis serão empregados 10 módulos fotovoltaicos monocristalinos modelo EMSC 555 HC 540w (Figura 10).

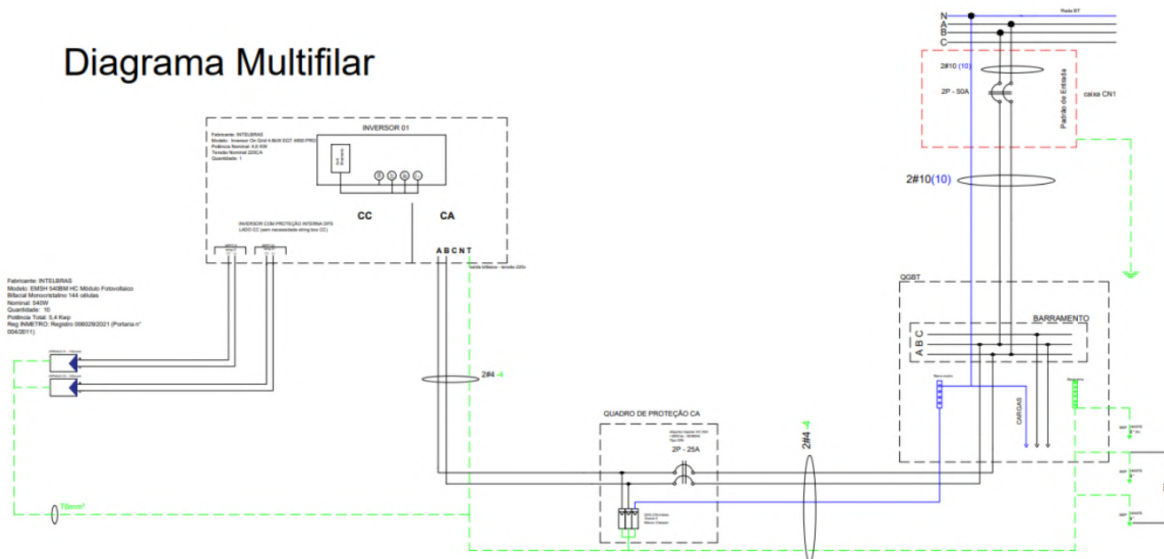
Figura 10 – Módulo fotovoltaico monocristalino modelo EMSC 555 HC 540w.



Fonte: O autor (2023).

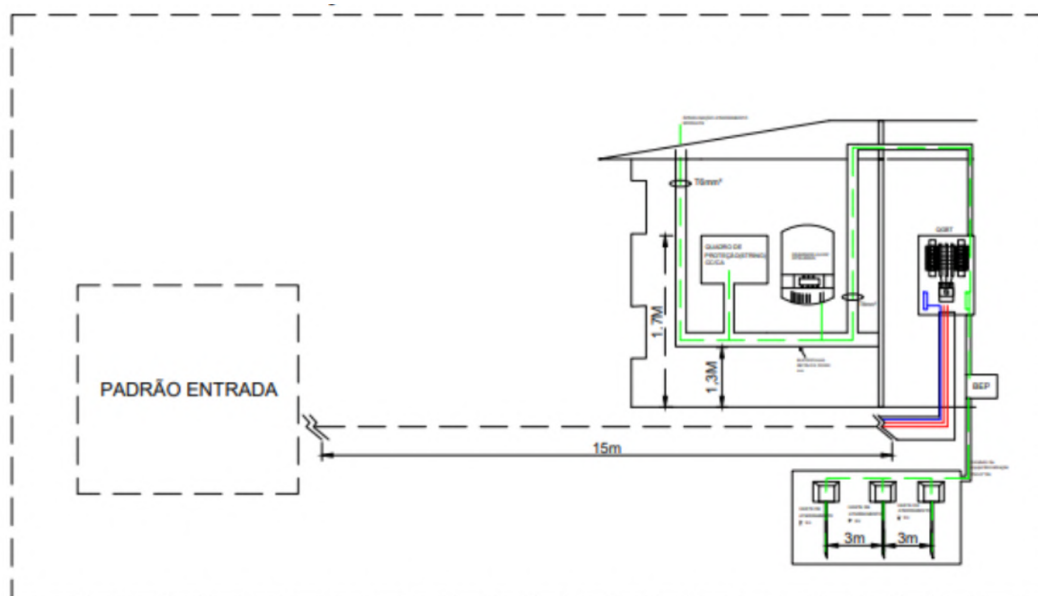
Antes do envio do projeto ao órgão responsável pela liberação do projeto, encontra-se em etapa de construção o Diagrama Multifilar e o Esquema de Segurança do sistema, conforme apresentados nas Figuras 11 e 12.

Figura 11 – Elaboração inicial de Diagrama Multifilar do projeto.



Fonte: O autor (2023).

Figura 12 – Elaboração inicial de esquema de segurança do projeto.



Fonte: O autor (2023).

## 6. ETAPAS FUTURAS

Por tratar-se de projeto de pesquisa, as etapas que seguem o estudo envolvem o envio para apreciação do órgão competente para eventual aprovação de projeto, para que assim possam-se realizar aplicações práticas.

## 7. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este estudo teve por objetivo central a elaboração de projeto de instalação de sistema de geração de energia solar em um imóvel residencial. Como partes fundamentais, posterior realização de busca na literatura disponível buscando embasamento teórico, elaborou-se as etapas iniciais do projeto (elaboração de desenhos técnicos), conforme descrito. Ao fim, espera-se poder realizar implementação de projeto de forma a se viabilizar a capacidade energética necessária para manter com a demanda do imóvel. Este tipo de estudo visa instigar a reprodução em massa por parte da população pela busca de aquisição desse tipo de fonte de energia, com foco na redução de consumo advindo da rede comum (Hidroelétricas), reduzindo os impactos ambientais que se relacionam ao uso dessa modalidade, gerando economia de recursos financeiros a médio e longo prazo devido a alta durabilidade dos sistemas fotovoltaicos. Ademais, ressalta-se que o emprego desse tipo de energia em questão é benéfica, sustentável e limpa.

## REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, K. C. de F. J.; SOUZA, R. G. V. de. Estimativa da evolução do uso final de energia elétrica no setor residencial do Brasil por região geográfica. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 383-408, abr./jun. 2021. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212021000200532>

AGENDA 2030 – Plataforma Agenda 2030. **Conheça a Agenda 2030**. Disponível em: <http://www.agenda2030.com.br/sobre/>.

ALMEIDA, E.; et al. Energia Solar Fotovoltaica: Revisão Bibliográfica. **Engenharias on line**, 2016. Disponível em: [https://core.ac.uk/display/235033776?utm\\_source=pdf&utm\\_medium=banner&utm\\_campaign=pdf-decoration-v1](https://core.ac.uk/display/235033776?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1)

ALVES, M. O. L. **Energia solar: estudo da geração de energia elétrica através dos sistemas fotovoltaicos on-grid e off-grid**. Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto/MG Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas. Departamento de Engenharia Elétrica. Disponível em: [https://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/2019/6/MONOGRAFIA\\_EnergiaSolarEstudo.pdf](https://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/2019/6/MONOGRAFIA_EnergiaSolarEstudo.pdf)

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Banco de Informações da geração (BIG)**, 2017.

BEZERRA, F, D. Energia Solar. **Caderno Setorial Etene**, ano 6, nº 174, 2021. Disponível em: [https://bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/834/1/2021\\_CDS\\_174.pdf](https://bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/834/1/2021_CDS_174.pdf)

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Leilões (2007)**. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://epe.gov.br/pt/leiloes-de-energia/%20leiloes>

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Matriz Energética e Elétrica**. 2019

FADIGAS, E. A. F. A. **Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos, Conversão e Viabilidade técnico-econômica**. GEPEA - Grupo de Energia Escola Politécnica, 2012.

FAPESP. **Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho**. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo: FAPESP, *Inter Academy Council*, 2007. Disponível em: [www.fapesp.br/publicacoes/energia.pdf](http://www.fapesp.br/publicacoes/energia.pdf)

FPME. **Energia Solar Fotovoltaica** (2023). Disponível em: <https://www.fpme.com.br/energia-solar-fotovoltaica>

GASPARIN, F. P.; BUHLER, A. J. Panorama Atual Da Geração Distribuída No Brasil E O Papel Da Energia Solar Fotovoltaica No Setor. **Avances en Energias Renovables y Medio Ambiente**. Vol. 22, pp 05.21-05.32, 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/1216-3201-1-SM.pdf>

GOOGLE MAPS. **Máxima Solar Guarapuava** (2023). Disponível em: [https://www.google.com/maps/contrib/108770399348244330515/place/ChIJQ7p\\_4E4375QRuZunk9-O7BE/@-25.3902671,-51.4809709,17z/data=!4m6!1m5!8m4!1e2!2s108770399348244330515!3m1!1e1](https://www.google.com/maps/contrib/108770399348244330515/place/ChIJQ7p_4E4375QRuZunk9-O7BE/@-25.3902671,-51.4809709,17z/data=!4m6!1m5!8m4!1e2!2s108770399348244330515!3m1!1e1)

IEA – International Energy Agency (2018). **Snapshot Of Global Photovoltaic Markets**. Report IEA PVPS T1-33:2018.

INPE. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 1<sup>a</sup>. ed., São José dos Campos/SP, 2006. Disponível em:

JUNIOR, P. C. S. **Potencial de produção de energia por meio de Módulos Fotovoltaicos: um estudo de caso em uma residência do município de Ariquemes – RO**. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária – Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes RO, 2021. Disponível em: <https://repositorio.faema.edu.br/bitstream/123456789/3050/1/PEDRO%20CARLOS%20DA%20SILVA%20JUNIOR%20TCC.pdf>

LANA, L. T. C.; et al. Energia Solar Fotovoltaica: Revisão Bibliográfica. **Engenharias on line**, v.1, n.2, 2015. Disponível em: <http://revista.fumec.br/index.php/eol/article/view/3574>



LIRA, M. A. T.; MELO, M. L. S.; RODRIGUES, L. M.; SOUZA, T. R. M. Contribuição dos Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica para a Redução de CO<sub>2</sub> no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, n. 3, 389-397, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/69q66CQbN37FRchhFy7V7vR/?format=pdf&lang=pt>

MENDONÇA, A. K. S.; SALUM, M. I. F.; BORNIA, A. C.; RODRIGUEZ, C. M. B. Políticas de Incentivos à Geração de Energia Renovável e a Implantação de um Sistema Isolado de Energia Eólica, Solar e Biogás. **Semioses: Inovação, Desenvolvimento e Sustentabilidade**, Rio de Janeiro, v.13., n. 4., out./dez. 2019. Disponível em: <https://revistas.unisuam.edu.br/index.php/semioses/article/view/312/224>

MOURA, A. H. O.; IGNÁCIO, J. P. B.; PIRES, L. P. D. **Um Estudo de Caso Sobre Instalação Residencial de Sistemas Fotovoltaicos Ongrid**. Trabalho de Conclusão de Curso, Bacharelado em Engenharia Elétrica, Centro Universitário de Barra Mansa/RJ, 2022. Disponível em: [http://aete.ubm.br:8081/repositorio/bitstream/handle/123456789/254/Um\\_Estudo\\_de\\_Caso\\_Sobre\\_Instalacao\\_Residencial\\_de\\_Sistemas\\_Fotovoltaicos\\_OnGrid\\_PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://aete.ubm.br:8081/repositorio/bitstream/handle/123456789/254/Um_Estudo_de_Caso_Sobre_Instalacao_Residencial_de_Sistemas_Fotovoltaicos_OnGrid_PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

PEREIRA, F.; OLIVEIRA, M. Curso técnico instalador de energia solar fotovoltaica. **Porto: Publindústria**, 2011.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPEL, 2014. 36.

PORTAL SOLAR, **O que é energia solar? Tudo o que você precisa saber**. 2022. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/o-que-e-energia-solar.html>

RIBEIRO, R. N. **Os objetivos do desenvolvimento sustentável da Agenda 2030 da ONU analisando os ODS 7 e os impactos na realidade brasileira**. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural Do Semiárido – UFERSA, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/9110>

ROSA, A. R. O.; GASPARIN, F. P. Panorama Da Energia Solar Fotovoltaica No Brasil. **Revista Brasileira de Energia Solar**, Ano 7 Volume VII Número 2 Dezembro de 2016 p. 140-147. Disponível em: <https://rbens.org.br/rbens/article/view/157/155>

SILVA, R. M. **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios**. 2015. . Disponível em: <<http://www12.senado.gov.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td166>>.

SILVA, H. M. F.; ARAÚJO, F. J. C. . (2022). Energia Solar Fotovoltaica No Brasil: Uma Revisão Bibliográfica. **Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação**, 8(3), 859–869. Disponível em: <https://doi.org/10.51891/rease.v8i3.4654>

VIEIRA, A. C. F. Energias renováveis e sua eficiência na nova economia energética no Brasil. **Rev. Bras. Gest. Amb. Sustent.** 2021, vol. 8, n. 18, p. 211-223. ISSN 2359-1412. Disponível em: <http://revista.ecogestaobrasil.net/v8n18/v08n18a13.html>

WANG, C., GHADIMI, P., LIM, M.K.; TSENG, M.L. A literature review of sustainable consumption and production: A comparative analysis in developed and developing economies. **Journal of Cleaner Production**. 2018.

# ***Capítulo 7***

---

## **PROJETO DE AUTOMAÇÃO DE SEGURANÇA EM MÁQUINA DE IMPRESSÃO INDUSTRIAL: PROPOSTA DE INTERVENÇÃO PRÁTICA A PARTIR DE ANÁLISE OBSERVACIONAL E DE REVISÃO DE LITERATURA**

**DOI: 10.29327/5241738.1-7**

Mayron Patrike Marroni  
Elcio Romblesperger  
Edson Luiz Schultz

# PROJETO DE AUTOMAÇÃO DE SEGURANÇA EM MÁQUINA DE IMPRESSÃO INDUSTRIAL: PROPOSTA DE INTERVENÇÃO PRÁTICA A PARTIR DE ANÁLISE OBSERVACIONAL E DE REVISÃO DE LITERATURA

*Mayron Patrike Marroni*

*Elcio Romblesperger*

*Edson Luiz Schultz*

## RESUMO

O presente estudo tem por objetivo o de verificar a situação das instalações elétricas de impressora industrial de artes em sacarias de forma a se realizar propostas de adequações para o melhor funcionamento deste equipamento. De forma complementar, será realizado levantamento bibliográfico acerca do tema de estudo. A avaliação inicial do projeto prático foi realizada a partir da elaboração de desenho técnico da impressora industrial estudada. Posterior identificação dos possíveis pontos de falha de funcionamento, novo desenho técnico foi realizado, ilustrando regiões onde sugerem-se que sejam realizadas instalações de sistema elétrico e de grades de proteção, visando a melhoria do funcionamento da máquina, bem como na prevenção de possíveis acidentes. Como etapas futuras, será realizada a elaboração de diagrama elétrico, assim como a criação de sistema de automação e controle da máquina e criação de tela de interface. Ao fim da instalação e implementação do projeto, este será avaliado quanto ao seu funcionamento final, podendo serem elencadas sugestões de melhoria. A realização deste projeto poderá contribuir de forma significativa para a melhoria do processo de produção ao qual trata-se o equipamento industrial de estudo, servindo de embasamento teórico-prático, podendo outros estudos similares serem reproduzidos, com diferentes máquinas e em outros setores industriais.

**Palavras-chave:** Máquinas Industriais. Segurança. Automação Industrial.

## ABSTRACT

The main objective of this study is to verify the situation of the electrical installations of an industrial printer of arts in sacks in order to make proposals for adjustments for the better functioning of this equipment. Complementarily, a bibliographic survey will be carried out on the subject of study. The initial evaluation of the practical project was carried out from the elaboration of a technical drawing of the studied industrial printer. Subsequent identification of possible malfunction points, a new technical drawing was carried out, illustrating regions where it is suggested that installations of the electrical system and protective grids be carried out, aiming at improving the operation of the machine, as well as preventing possible accidents. As future steps, the creation of an electrical diagram will be carried out, as well as the creation of an automation and

control system for the machine and the creation of an interface screen. At the end of the installation and implementation of the project, it will be evaluated regarding its final functioning, and suggestions for improvement may be listed. The realization of this project will be able to contribute significantly to the improvement of the process of production to which the industrial equipment under study is concerned, serving as a theoretical-practical basis, and other similar studies can be reproduced, with different machines and in other industrial sectors.

**Keywords:** Industrial machines. Security. Industrial automation.

## 1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVAS

A Revolução Industrial ocorrida entre os séculos XVIII e XIX trouxe a necessidade do aumento da produção em razão do crescimento econômico a nível mundial. Desde o início do processo de industrialização, os objetivos centrais dentro das linhas de produção envolveram a melhoria da qualidade do produto, aumento da produtividade e redução do custo (MAZUR, 2018).

Segundo Bulhões (2020), as indústrias do ramo têxtil e de alimentação marcaram o processo de industrialização do Brasil. Atualmente, a produção de *big bags* e de outras embalagens industriais, também conhecidos como FIBC (“*flexible intermediate bulk container*”), é amplamente utilizado em indústrias de áreas variadas. Por serem flexíveis e fabricados a partir de um material de alta resistência (polipropileno), suportam uma carga média de 2 toneladas, o que facilita o transporte e estocagem destes produtos (CONTEFLEX, 2018).

Dentre as vantagens do uso dessas embalagens industriais, destaca-se a possibilidade em se realizar reaproveitamento dessas embalagens e redução do espaço de armazenamento, podendo ser empregados para armazenagem e transporte de uma infinidade de produtos (JOTABASSO, 2023). As indústrias de produção dessas embalagens tendem a possuir modelos pré-determinados, todavia, podem haver variações de forma a suprir com as necessidades do comprador, o qual pode, inclusive, solicitar a impressão de imagens personalizadas, como logomarca e afins. Para tanto, durante a etapa de impressão é requerida a utilização de equipamentos industriais especializados, as chamadas impressoras industriais, sendo essas disponíveis em diferentes modelos.

Com base em levantamentos bibliográficos realizados em diferentes bases de dados *online*, a literatura científica não dispõe de estudos que analisem o funcionamento de impressoras industriais empregadas na produção de *big bags* e de outras embalagens industriais, desta forma esta pesquisa tem grande notoriedade, instigando a reflexão sobre o tema. Ainda, é notada a inexistência de estudos observacionais e práticos que visem otimizar essa etapa do processo industrial.

Diante do exposto, a realização da presente pesquisa justifica-se pela necessidade em se buscar estratégias de otimização do funcionamento de impressora industrial, melhorando o

funcionamento do equipamento, contribuindo assim para uma maior agilidade na manutenção deste e na redução de riscos de acidentes de trabalho, sendo benéfica tanto para empresários, na possível redução de gastos, quanto para trabalhadores, na melhoria do processo industrial, assim como para o governo e para a previdência social, na redução de possíveis afastamentos temporários ou definitivos.

## 2. OBJETIVO

Verificar a situação das instalações elétricas de impressora industrial de artes em sacaria de forma a se realizar propostas de adequações para o melhor funcionamento deste equipamento.

## 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1. Principais Tipos De Embalagens Industriais (sacarias) E Finalidades

As embalagens industriais correspondem a um tipo de embalagem flexível e super-resistente, versátil e econômica, a qual possibilita com facilidade e agilidade a armazenagem e transporte de diferentes produtos na forma sólida. Possui, em termos gerais, dois modelos para comercialização: descartáveis e/ou reutilizáveis (SANTOS, BENEDETI e HERCULANI, 2018). O Quadro 1 apresenta algumas das principais vantagens na escolha do uso das embalagens industriais.

**Quadro 1 – Vantagens do uso das embalagens industriais.**

✓ Embalagens econômicas.
✓ Manuseio fácil.
✓ Fácil higienização.
✓ Suportam cargas elevadas com segurança.
✓ Não requerem o emprego de uma segunda embalagem.
✓ Pouco espaço de ocupação para armazenamento quando vazio.
✓ Possibilidade de reutilização e reciclagem.

**Fonte:** Adaptado de LC Packagin (2018).

De acordo com a empresa EmbTec (2023), existem diversos tipos de embalagens industriais, com diferentes modelos e finalidades. Entre eles estão os homologados pelo Inmetro; homologados pela Marinha do Brasil; certificados pela ABNT NBR 16029; para altas temperaturas. O Quadro 2

apresenta as finalidades dos principais tipos de embalagens industriais disponíveis no mercado atualmente.

**Quadro 2** – Principais modelos de embalagens industriais e finalidades.

TIPO/MODELO DE BIG BAG	PRINCIPAIS FINALIDADES
Homologado pelo Inmetro	Transporte de produtos perigosos por vias terrestres
Homologado pela Marinha do Brasil	Exportação de produtos perigosos
Certificados pela ABNT NBR 16029	Transporte de produtos não perigosos
Para altas temperaturas	Transporte de produtos que requerem enchimento a alta temperatura

**Fonte:** Adaptado de EmbTec (2023).

A Figura 1 ilustra modelo de sacaria produzido e comercializado pela empresa SulBag.

**Figura 1** - Modelo de sacaria produzido e comercializado pela empresa Sulbag.



**Fonte:** Sulbag (2023).

### 3.2. Impressoras Industriais

A etapa de impressão compreende a etapa antes da finalização do processo de produção de sacarias, isto é, antes da entrega ao contratante/comprador. Para essa etapa podem ser empregados diferentes modelos de impressoras industriais, assim como ilustram as Figuras 2 e 3.

**Figura 2** – Impressora industrial modelo HFIMP 1300.



Fonte: HECFIL (2023).

**Figura 3** - Modelo de impressora industrial modelo Agility.



Fonte: Pas22 (2023).

Dados recentes publicados pela Revista Pesquisa da FAPESF, trouxeram que somente no ano de 2021, cerca de R\$ 21 bilhões foram movimentados no mercado mundial em razão de compra de equipamentos industriais empregados para impressão, tais como impressoras, representando um mercado expressivo dentro do cenário industrial (CAMARGO et al., 2021).

### **3.3. O Conceito De Indústria 4.0 E Inovação Tecnológica**

Atualmente estamos vivendo a quarta Revolução Industrial, sendo esse tema pautado a partir do ano de 2010 devido a necessidade em se ter fábricas cada vez mais inteligentes e à necessidade em se obter novas formas de cadeias produtivas (ALVES., 2022).

O cenário industrial global mudou profundamente nos últimos anos e é resultado de



sucessivos avanços tecnológicos (PEREIRA e ROMERO, 2017). A indústria 4.0 está pautada na inovação por meio da manufatura digital, redes de comunicações, automação tecnológica e áreas correlatas. Dentro deste tema, as tecnologias atuais presentes estão relacionadas ao desenvolvimento de CPS, IoT, robótica, *Big Data*, manufatura por nuvem, realidade aumentada e entre outros tantos exemplos, conforme cita Oztemetel et al. (2020).

Pensando no contexto da automação tecnológica, a instalação de sensores elétricos em diferentes regiões da máquina de impressão de sacarias, poderá auxiliar na identificação precoce de possíveis falhas de funcionamento. Camargo et al. (2021), trazem que a otimização de equipamentos industriais é cada vez mais necessária, visto a crescente competição entre as indústrias e a busca por maior espaço no mercado, buscando maior produção e lucratividade.

Autores como Borlido (2017) e Silva (2017), trazem que este novo conceito de indústria está pautado no desenvolvimento de sistemas de *internet* específicos, por meio do desenvolvimento de *softwares* e a programação para a comunicação, interação e realização de diversas tarefas, sendo adaptada a atender as necessidades de cada indústria.

### **3.4. Sensores, Controladores, Sistemas De Automação E Interfaces**

O desenvolvimento e aplicação de sensores trouxe vantagens e comodidades para a vida moderna, tais como a possibilidade de aumentar a eficiência no funcionamento de uma máquina ou de uma linha de produção (PATSKO, 2006), como no caso da etapa de impressão, a qual se trata este estudo.

O termo “sensor” diz respeito a um dispositivo o qual é capaz de captar informações através de um tipo de energia (elétrica, térmica, mecânica, luminosa, entre outras) (THOMAZINI e ALGUQUERQUE, 2020). De acordo com Oliveira et al. (2017), os sensores podem ser classificados quanto a localização, podendo ser internos e/ou externos. Já, com relação aos tipos, esses podem ser: sensores de distância; sensores de proximidade; sensores de toque; sensores de força e de movimento; entre outros.

De acordo com a empresa PAHC (2023), entre os principais tipos de sensores utilizados na indústria estão: sensores indutivos; sensores de pressão; sensores capacitivos; sensores magnéticos; sensores optoeletrônicos; sensores ultrassônicos. O Quadro 3 resume as principais finalidades e aplicações de cada tipo.

**Quadro 3** – Principais tipos de sensores utilizados pela indústria.

TIPO DE SENSOR	FINALIDADE
Indutivos	Perfeitos para segmento de metais, pois oferecem registro de posição exato e sem contato, o que é essencial para os processos de automação industrial. São capazes de monitorar, controlar e automatizar processos e estados de maneira confiável e com qualidade máxima
De pressão	Ideais para o monitoramento de processos e a medição da pressão de meios gasosos, líquidos e viscosos
Capacitivos	Detectam líquidos, granulados e pós em contato direto ou através de paredes de recipientes não metálicos
Magnéticos	Ideais para o monitoramento da posição do êmbolo em cilindros e garras, com detecção sem contato e confiável
Optoeletrônicos	Detectam de maneira confiável a presença de objetos. Eles também verificam com segurança e grande precisão o formato, a cor, a distância ou a espessura
Ultrassônicos	Capazes de realizar o registro de posição, a medição de distância ou o registro de meios sólidos, em pó ou líquidos, os sensores ultrassônicos são versáteis, precisos e capazes de medir níveis, alturas, curvaturas, ou ainda controlar presença e contar objetos

Fonte: Adaptado PAHC (2020).

Os sensores industriais são dispositivos que aumentam a eficiência de partes eletroeletrônicas de máquinas, como esteiras, bobinas, balanças, entre outros e, assim como controles, sistemas, *softwares*, os sensores fazem parte da automação industrial (CETRO MÁQUINAS, 2022).

A automação de processos industriais é mediada por meio do desenvolvimento e instalação de sistemas de automação, os quais são programados previamente de forma com que sejam capazes de armazenar todas as informações envolvendo as etapas de produção e que acionem e/ou desliguem

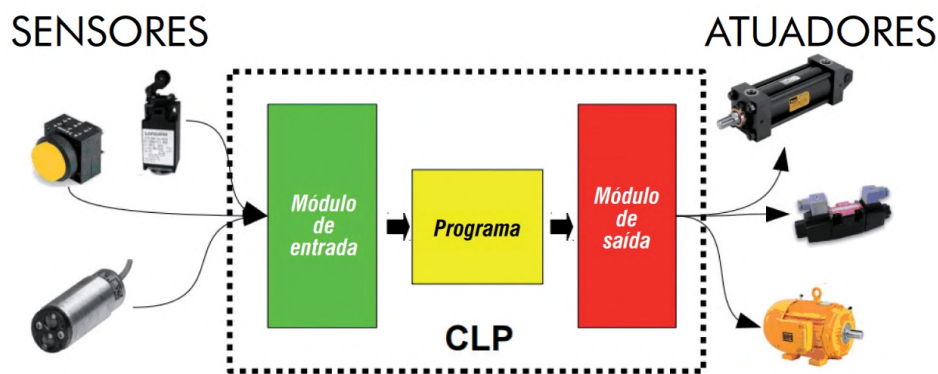
dispositivos de forma automática. Os Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) correspondem aos principais equipamentos utilizados pelos processos de automação industrial (CAMARGO, 2013).

Segundo Fiorot (2017), o uso do CLP não é unicamente resumido no avanço da otimização da produção, mas o seu emprego também está associado a ganhos de segurança na gestão do equipamento industrial no qual está inserido.

Segundo cita Pinto (2019), o CLP é um *hardware* responsável por substituir os circuitos lógicos de redes convencionais, por meio de um *software*, realizando o monitoramento e controle de, praticamente, todos os equipamentos industriais, tais como, motores, sensores, contadores, relés, entre outros; ou seja, todas as entradas e saídas do sistema.

O funcionamento básico, em síntese, do CLP, consiste na captação de informações advinda de sensores e levados para um sistema (módulo de entrada), o qual, leva informações para a execução de ações a partir de atuadores na respectiva máquina onde está instalado (módulo de saída). A Figura 4 ilustra o mecanismo de funcionamento do CLP

**Figura 4** - Fluxograma de funcionamento de sensores do tipo CLP



**Fonte:** TECNI-AR (2023).

Os painéis do tipo IHMs (Interface Homem Máquina) podem ser instalados em conjunto aos CLPs para apresentar em tempo real o funcionamento de determinado dispositivo ou de uma determinada linha de produção (CLIP AUTOMAÇÃO, 2023).

Uma IHM é um conjunto de telas fornecedoras de informações relevantes ao funcionamento de uma máquina e seus dados de operação. O uso dessas interfaces vem aumentando devido sua grande importância dentro da indústria 4.0 (ROCHA, 2021).

Conforme estudo de mercado global realizado pela empresa *Mordor Intelligence* (2019), até o ano de 2025 serão gastos em torno de U\$3,71 bilhões envolvendo a automação de processos industriais por meio da expansão do uso de interfaces homem máquina, como forma de aumento de eficiência operacional.

As IHMs abrangem, em vista geral, todos os elementos os quais uma pessoa vai tocar, ver, ouvir ou usar para executar funções de controle e operação de determinada máquina ou dispositivo e receber um retorno sobre essas ações por meio de sinais luminosos, ópticos, sonoros, entre outros (EAO, 2016). Segundo Rocha (2021), o emprego de interfaces apresenta como principais benefícios a simplificação de painéis de controle, aumento da eficiência dos equipamentos e em processos onde requer-se a tomada de decisões, como no caso da operacionalização de máquinas industriais.

Segundo Sá (2011), entre os tipos de IHMs mais empregados estão os do tipo: CLI (Interface de Linha de Comando), GUI (Interface Gráfica do Usuário) e NUI (Interface Natural do Usuário). O Quadro 4 apresenta os principais tipos de IHMs empregadas e seu funcionamento geral.

**Quadro 4 –** Tipos de IHMs mais empregados e seu funcionamento geral.

TIPO DE INTERFACE	FUNCIONAMENTO GERAL
CLI (Interface de Linha de Comando)	Corresponde ao mecanismo de interação com uma máquina através da digitação de comandos de texto para realização de tarefas específicas
GUI (Interface Gráfica do Usuário)	Este tipo de IHM permite a interação do usuário através de manipulação direta, na qual ações são realizadas ao se mover objetos em uma tela ou selecionando-os em menus
NUI (Interface Natural do Usuário)	Baseia nas habilidades não computacionais de um usuário, inatas ou adquiridas através da prática e vivência de comunicação, verbal ou não, com outros seres humanos e a interação com o ambiente ao seu redor, sendo que a interação ocorre por meio de diversos tipos de dispositivos de entrada, seja por toque, gestos ou fala, em um ambiente que represente experiências do mundo real do usuário

**Fonte:** Adaptado de Oliveira, Ferreira e Furst (2013).

Por meio do levantamento bibliográfico realizado nesta sessão de revisão e, baseado no estudo de Roblek, Mesko e Krapes (2016), cabe-se adicionar ao cenário atual os conceitos de “*Smart Factory*” e “*Smart Maintenance*”, termos os quais se originam do inglês e em tradução literal significam “Fábrica Inteligente” e “Manutenção Inteligente”. Ambos se referem a capacidade da indústria em desenvolver melhorias internas com intuito de otimizar o controle de produção e a

manutenção de equipamentos, seja por meio da criação de sistemas e/ou adequação dos existentes dentro dos processos e dos equipamentos industriais.

#### **4. METODOLOGIA**

##### **4.1. Local, Período E Tipo De Estudo**

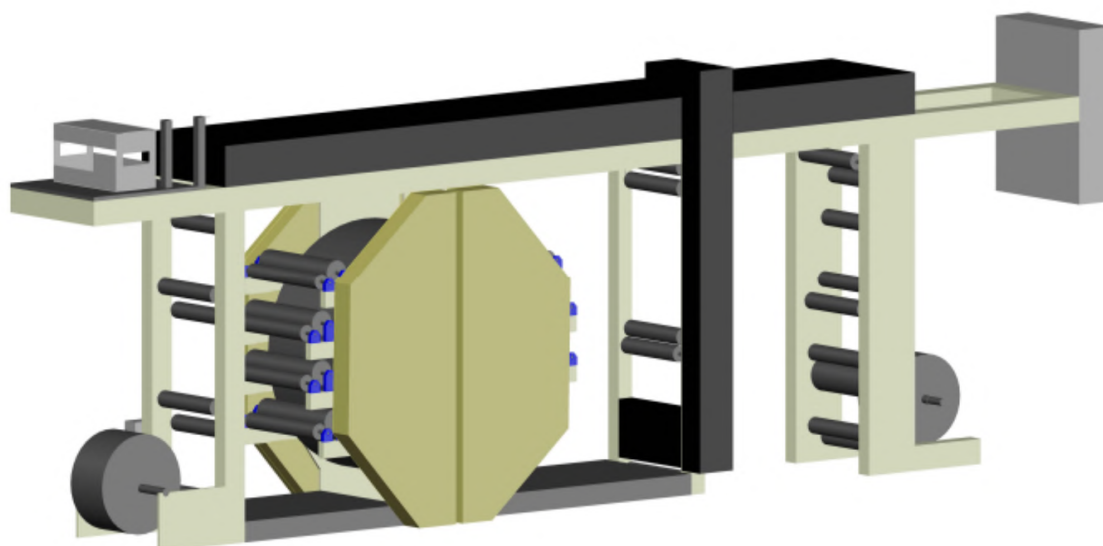
Esta pesquisa propõe estudo pré-experimental por meio de análise observacional e realizada com apoio de referencial bibliográfico, fazendo parte do projeto de Conclusão de Curso em Engenharia Elétrica do autor correspondente.

#### **5. RESULTADOS**

##### **5.1. Técnicas De Pesquisa Empregadas Na Avaliação Inicial Do Equipamento Industrial (pré Aplicação Prática)**

A avaliação inicial, como parte fundamental antes da realização experimental do projeto prático de pesquisa foi realizada a partir da elaboração de desenho técnico da impressora industrial estudada, utilizando o *Software Autocad* em sua versão 2019 disponível para *Windows 10*, conforme ilustra a Figura 5.

**Figura 5** - Desenho técnico de impressora industrial estudada.



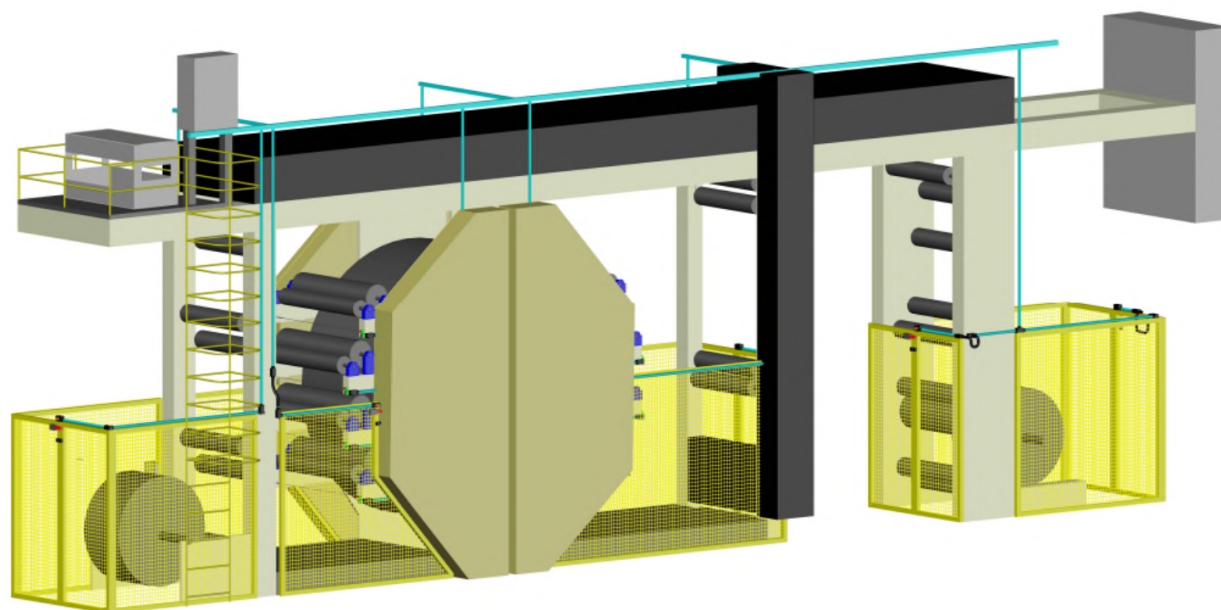
**Fonte:** O autor (2023).

A elaboração do desenho técnico permite melhor visualização do modelo de máquina a ser

estudada e dessa forma possibilite elaboração de projeto prático com maior precisão, atendendo as demandas propostas.

Posterior identificação dos possíveis pontos de falha de funcionamento (a partir de primeiro desenho técnico da máquina), novo desenho técnico foi realizado (Figura 6).

**Figura 6** - Desenho técnico de impressora industrial estudada contendo alterações.



**Fonte:** O autor (2023).

Este segundo desenho técnico (Figura 6) ilustra as regiões onde sugerem-se que sejam realizadas instalações de sistema elétrico (em cor azul claro) e de grades de proteção (em cor amarela) como parte do projeto prático, visando a melhoria do funcionamento, automação da máquina em relação a identificação de possíveis pontos de falha de funcionamento, bem como na identificação de possíveis acidentes – esse último em especial pode ser evitado por meio da instalação de sistemas de proteção (grades).

## 6. DETALHAMENTO DE ETAPAS FUTURAS DO ESTUDO

Como etapas futuras, serão realizadas a elaboração de diagrama elétrico por meio do Software CADe\_SIMU 4.0 em sua versão 2020, assim como a criação de sistema de atuação e controle da máquina, por meio da programação do CLP, sendo realizada por meio do Software Banner Safety Controller 4.8.0.4, ambos disponíveis para Windows 10.

O sistema de automação será capaz de reconhecer pontos de falha de funcionamento (por

meio de seus sensores) e, será programado a encerrar/suspender e/ou reduzir o nível de atividade, de acordo com a necessidade identificada. Ainda, esse mesmo sistema será capaz de identificar a presença de risco de acidentes de trabalho, agindo através de sua programação da mesma forma.

Como parte para a criação de tela de interface, será utilizada tela de IHM da marca Weintek modelo cMT2108X2 10.1” (Figura 7) programada por meio do Software EasyBuilder Pro versão 6.08.01.

**Figura 7** - IHM modelo cMT2108X2 da marca Weintek a ser empregada pelo estudo.



**Fonte:** WEINTEK (2021).

Ao fim da instalação e implementação de sistema de automação e de interface, o projeto será avaliado quanto ao seu funcionamento final, podendo ser elencadas sugestões de melhoria.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente projeto de pesquisa visa a análise de instalações elétricas de equipamento utilizado para impressão de artes em sacarias, identificando possíveis pontos de falha, assim como locais que apresentem riscos em potencial para acidentes de trabalho, realizando sugestões de adequações necessárias baseadas na Norma Regulamentadora nº 12 (NR 12), a qual dispõe acerca de instruções de segurança para o trabalhador que exerce funções com maquinário, bem como no seu treinamento prévio, assim como melhorias nos equipamentos industriais, otimizando o funcionamento da máquina e a operação desta, reduzindo possíveis gastos envolvidos na manutenção e nas perdas de produção, assim como na minimização de possíveis afastamentos e/ou aposentadorias precoces. Até a presente data, o estudo encontra-se em fase de desenvolvimento de diagramas elétricos, sendo essa de fundamental importância para o funcionamento e instalação futura de sistema de automação.

Ao fim, conclui-se que a realização deste projeto possa contribuir de forma significativa para a melhoria do processo de produção ao qual trata-se o equipamento industrial de estudo, servindo de embasamento teórico-prático por meio da descrição de metodologia de desenvolvimento prático, podendo outros estudos similares serem reproduzidos em outras esferas, com diferentes máquinas e em outros setores industriais.

## REFERÊNCIAS

ALVES, C. C. S. B. **Uma Nova Fronteira Da Revolução Industrial 4.0: Smart Materials**. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia de Materiais, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo/SP, 2022. Disponível em:

<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/16264/Caio%20Cezar%20Santos%20Barbosa%20Alves.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BORLIDO, J. (2017). **Indústria 4.0 – Aplicação a sistemas de manutenção**. Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica. Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto. Porto. Disponível em: <https://repositorioaberto.up.pt/bitstream/10216/102740/2/181981.pdf> Acesso em: 20/set/2020.

BULHÕES, D. B. **Tecendo Os Fios Em Juta: Histórias E Memórias Da Companhia União Manufatora De Tecidos**. Monografia de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória/ES. Disponível em: [https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/1445/DISSERTA%c3%87%c3%83O\\_Ci%c3%aancias\\_CTS-](https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/1445/DISSERTA%c3%87%c3%83O_Ci%c3%aancias_CTS-CTSA_Tecelagem_Hist%c3%b3ria_Mem%c3%b3ria.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

[CTSA\\_Tecelagem\\_Hist%c3%b3ria\\_Mem%c3%b3ria.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/1445/DISSERTA%c3%87%c3%83O_Ci%c3%aancias_CTS-CTSA_Tecelagem_Hist%c3%b3ria_Mem%c3%b3ria.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

CAMARGO, V. L. A. **Elementos de Automação**. Editora Saraiva, 2003. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=fYuwDwAAQBAJ&lpg=PP3&ots=T1Ck\\_swimQ&dq=principais%20tipos%20de%20sensores%20industriais&lr&hl=pt-BR&pg=PP3#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=fYuwDwAAQBAJ&lpg=PP3&ots=T1Ck_swimQ&dq=principais%20tipos%20de%20sensores%20industriais&lr&hl=pt-BR&pg=PP3#v=onepage&q&f=false)

CAMARGO, G. R. R.; et al. Impressão 3D na Manutenção Industrial e a Redução de Custos. **ABCustos, São Leopoldo: Associação Brasileira de Custos**, v. 16, n. 1, p. 118-143, jan./abr. 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/SSRN-id3855880.pdf>



CETRO MÁQUINAS. Sensores Industriais: **Conheça os sensores mais utilizados na automação industrial**. 2022. Disponível em: [https://blog.cetro.com.br/2022/07/14/sensores-industriais-conheca-os-tipos-de-sensores-mais-utilizados-na-automacao-industrial/?gclid=CjwKCAjw9pGjBhB-EiwAa5jl3HCwJSeXffvdPQXXr\\_Y8z32e8ZgbRmh5vMSn5BO5wqMcuWnoIUup6xoCJbUQAvD\\_BwE](https://blog.cetro.com.br/2022/07/14/sensores-industriais-conheca-os-tipos-de-sensores-mais-utilizados-na-automacao-industrial/?gclid=CjwKCAjw9pGjBhB-EiwAa5jl3HCwJSeXffvdPQXXr_Y8z32e8ZgbRmh5vMSn5BO5wqMcuWnoIUup6xoCJbUQAvD_BwE)

CONTEFLEX. **O que são Big Bags? Conheça as vantagens das embalagens flexíveis**. 2018. Disponível em: <http://blog.confeflex.com.br/o-que-sao-bigbagss-conheca-as-vantagens-das-embalagens-flexiveis/>

EAO. **Design considerations for effective human machine interface systems**. [S.l.], 2016. Disponível em: [https://eao.com/fileadmin/documents/PDFs/en/08\\_whitepapers/EAO\\_WP\\_HMI-Systems\\_EN.pdf](https://eao.com/fileadmin/documents/PDFs/en/08_whitepapers/EAO_WP_HMI-Systems_EN.pdf)

FIOROT, L. J. **Modelo para determinação do tempo ótimo de substituição de controladores lógico programáveis**. 2017. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia da Confiabilidade) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/18714>

HECFIL. **Impressora Rotativa - Carimbadeira Bag Bag**, 2023. Disponível em: <https://www.hecfil.com/imprensa-carimbadeira-big-bag>

JOTABASSO. **Embalagens Big Bags são tendência de mercado na comercialização de sementes**. 2023. Disponível em: <https://www.jotabasso.com.br/embalagens-big-bags-sao-tendencia-de-mercado-na-comercializacao-de-sementes/>

LC PACKAGING. **As vantagens de um big bag**. Disponível em: <https://bigbags.com/pt-pt/porque-os-nossos-big-bags/vantagens-de-um-big-bag/>

MAZUR, G. L. **Levantamento De Riscos Na Produção De Big Bags**. Monografia, Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, UTFPR, Curitiba/PR, 2018. Disponível em: [http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/18362/1/CT\\_CEEST\\_XXXVI\\_2018\\_18.pdf](http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/18362/1/CT_CEEST_XXXVI_2018_18.pdf)

MFRURAL. **Carimbadora 3 cores** (anúncio). 2023. Disponível em: <https://www.mfrural.com.br/detalhe/306192/carimbadora-03-cores>

MORDOR INTELLIGENCE. **Human machine interface market - growth, trends, and forecasts (2020-2025)**. 2019. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/human-machine-interface-market-industry>.

OLIVEIRA, F. F. R.; FERREIRA, M. M.; FURST, A. Estudo da Usabilidade nas Interfaces Homem-máquina. **Revista e-xacta**, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 93-105. (2013). Editora UniBH. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/1079-3343-2-PB.pdf>

OLIVEIRA, B. Q.; et al. (2017). Tipos e Aplicações de Sensores na Robótica. **Caderno De Graduação - Ciências Exatas E Tecnológicas - UNIT - ALAGOAS**, 4(1), 223. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/4403>

OZTEMEL, E.; GURSEV, S. Literature review of Industry 4.0 and related technologies. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 31, n. 1, p. 127–182, 2020. Springer US. Disponível em: [https://ideas.repec.org/a/spr/joinma/v31y2020i1d10.1007\\_s10845-018-1433-8.html](https://ideas.repec.org/a/spr/joinma/v31y2020i1d10.1007_s10845-018-1433-8.html)

PAHC – Soluções em Automação Industrial. **Principais tipos de sensores industriais e como escolher o ideal para sua aplicação**. 2020. Disponível em: [https://www.pahcautomacao.com.br/principais-tipos-de-sensores-industriais-e-como-escolher-o-ideal-para-sua-aplicacao/?gclid=CjwKCAjw9pGjBhB-EiwAa5jl3GPTgzCrqHhoeBCpYEFPTvyUW5B0JH-1u0usC77tZcTXc7XKUTzZJxoCLrUQAvD\\_BwE](https://www.pahcautomacao.com.br/principais-tipos-de-sensores-industriais-e-como-escolher-o-ideal-para-sua-aplicacao/?gclid=CjwKCAjw9pGjBhB-EiwAa5jl3GPTgzCrqHhoeBCpYEFPTvyUW5B0JH-1u0usC77tZcTXc7XKUTzZJxoCLrUQAvD_BwE)

PASS 22 SA. **A melhor linha de máquinas flexográficas**. 2023. Disponível em: <http://www.pas22.com.br/distribuidora/impressoras-graficas-fevaflex.html>

PATSKO, L. F. TUTORIAL Aplicações, Funcionamento e Utilização de Sensores. Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos, 2006. Disponível em: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/61542650/tutorial\\_eletronica\\_-\\_aplicacoes\\_e\\_funcionamento\\_de\\_sensores20191217-81336-1vhqgr-libre.pdf?1576607168=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTUTORIAL\\_Aplicacoes\\_Funcionamento\\_e\\_Util.pdf&Expires=1683069099&Signature=gR3ZksqbDLtBiqhCEBio-b2n6QDf9T7wnatuI7G4YaPuk~vfiejJ51b-YfXYxHVNiHRUCSJzMDyOMeyhcWfmvEMf3~7OcM1m468OIdcR7U9jdUdjSN69iOOEYPMKBkVbsYMujdBnugSvR1p4rOJEzWYbqeTl5kDhCqeQZrVZjiI8~I3hKRvGjgP2Oq0OfvCgNKD3UoPdmtsv9A21pULlmgcheEpSsfWFn5mWUuCzAsCZf~wNMgyXSZ7EvvxoaA5xnzpL3tMIGc2kuRFRNXKaxeYoq3EDJ53E9ysH9oC8RE65Lyr4VhKuX745Pb8W6arf2FwCiLEZC8phgMn6euOkw\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/61542650/tutorial_eletronica_-_aplicacoes_e_funcionamento_de_sensores20191217-81336-1vhqgr-libre.pdf?1576607168=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTUTORIAL_Aplicacoes_Funcionamento_e_Util.pdf&Expires=1683069099&Signature=gR3ZksqbDLtBiqhCEBio-b2n6QDf9T7wnatuI7G4YaPuk~vfiejJ51b-YfXYxHVNiHRUCSJzMDyOMeyhcWfmvEMf3~7OcM1m468OIdcR7U9jdUdjSN69iOOEYPMKBkVbsYMujdBnugSvR1p4rOJEzWYbqeTl5kDhCqeQZrVZjiI8~I3hKRvGjgP2Oq0OfvCgNKD3UoPdmtsv9A21pULlmgcheEpSsfWFn5mWUuCzAsCZf~wNMgyXSZ7EvvxoaA5xnzpL3tMIGc2kuRFRNXKaxeYoq3EDJ53E9ysH9oC8RE65Lyr4VhKuX745Pb8W6arf2FwCiLEZC8phgMn6euOkw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

PEREIRA, A. C.; ROMERO, F. **A review of the meanings and the implications of the Industria 4.0 concept**. Manufacturing Engineering Society International Conference, MESIC 2017, 28-30 June 2017, Vigo (Ponteved). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917306649>

PINTO, S. H. C. M. **Estudo De Viabilidade Técnica Para Automação De Uma Indústria De Laticínios**. Curso de Engenharia Elétrica, Faculdades Doctum de Caratinga, 2019. Disponível em: <https://dspace.doctum.edu.br/handle/123456789/3381>

ROBLEK, V.; MESKO M.; KRAPEZ, A. (2016). **A Complex View of Industry 4.0**. Volume: 6 issue: 2. SAGE Open. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/2158244016653987>. A

ROCHA, S. T. K. **Modelo de Referência Para Interface Homem Máquina no CLP**. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Mecatrônica, no curso de Engenharia Mecatrônica da Universidade Federal de Santa Catarina/SC, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/223222>

SÁ, J. G. P. **Construindo uma DSL para reconhecimento de gestos utilizando Kinect**. 2011. 75 f. Monografia (Graduação) – Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011. Cap. 2. Disponível em: <https://www.cin.ufpe.br/~tg/2011-2/jgps.pdf>

SAGA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL. **Interface Homem Máquina (IHM)**. 2023. Disponível em: <https://sagaautomacao.com.br/produtos/ihm-interface-homem-maquina/>

SANTOS, I. dos; BENEDETI, P. H.; HERCULANI, R. Logística Reversa E Sustentabilidade Na Reutilização De Embalagem Big Bag. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 336–347, 2018. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/512>

SILVA, S. (2017). **Integração e adaptação do SAP e Indústria 4.0 na área de manutenção industrial no Grupo Bosch Termotecnologia, S.A.** In RIA - Repositório Institucional da Universidade de Aveiro. Disponível em: <https://www.rcaap.pt/detail.jsp?id=oai:ria.ua.pt:10773/23362>.

SULBAG. **A melhor embalagem para seu produto**. 2023. Disponível em: <https://sulbag.com.br/>

TECNICH-AR. **O que é um CLP ou PLC?** 2023. Disponível em: <https://www.tecniar.com.br/noticias/o-que-e-o-clp/>

THOMAZINI, D.; ALBUQUERQUE, P. U. B. **Sensores Industriais: Fundamentos e Aplicações**. 9ª Edição, Editora Érica, São Paulo/SP. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=1qgPEAAAQBAJ&lpg=PP15&ots=RJay2IfLTE&dq=tipos%20de%20sensores%20industriais&lr&hl=pt-BR&pg=PP2#v=onepage&q=tipos%20de%20sensores%20industriais&f=false>

WEINTEK. **CMT-2108X with10.1” TFT Display**. 2021. Disponível em: [https://dl.weintek.com/public/cMT/eng/Datasheet/cMT2108X\\_Datasheet\\_ENG.pdf](https://dl.weintek.com/public/cMT/eng/Datasheet/cMT2108X_Datasheet_ENG.pdf)

# *Capítulo 8*

---

## **DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE SECADOR DE MÃOS DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO AS FERRAMENTAS ARDUINO E PROTEUS**

**DOI: 10.29327/5241738.1-8**

Álvaro Costa Júnior  
César Augusto Mendonça Palheta Júnior  
Rui Sampaio dos Santos Cantuária  
José Reinaldo Cardoso Nery

# DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE SECADOR DE MÃOS DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO AS FERRAMENTAS ARDUINO E PROTEUS

*Álvaro Costa Júnior*

*César Augusto Mendonça Palheta Júnior*

*Rui Sampaio dos Santos Cantuária*

*José Reinaldo Cardoso Nery*

## RESUMO

A humanidade vive um momento de grande preocupação com a preservação ambiental e substituir materiais considerados poluentes por alternativas menos nocivas e sustentáveis tornou-se um alvo permanente dos avanços nos campos da ciência e da tecnologia. Observa-se um aumento acelerado no consumo de papel toalha, feito à base de celulose e que não é reciclável, contribuindo para a poluição ambiental, através de seu descarte com a emissão de gases devido à sua decomposição. Este artigo vem apresentar o projeto de um secador de mãos elétrico, de baixo custo, como alternativa aos papéis toalha. O objetivo é incentivar investimentos em tecnologias mais limpas e que realizem as mesmas funções daquelas que são tão nocivas ao meio ambiente. O projeto foi pautado nos conhecimentos das áreas da Eletrônica Analógica e Digital e com o auxílio da placa Arduino para a programação em sistema embarcado e do software *Proteus Design Suite* para o desenvolvimento do circuito e da placa impressa. Os resultados mostraram que o gasto mensal com a utilização do equipamento, em substituição ao papel toalha, é cerca de 41,79% menor. Além disso, o secador de mãos apresentou maior custo-benefício, baixo custo de produção e maior sustentabilidade, pois apresenta baixo consumo de energia elétrica para seu funcionamento e não gera resíduos.

**Palavras-chaves:** Arduino. Proteus. Secador de mãos. Sustentabilidade.

## 1. INTRODUÇÃO

A pesquisa presente neste artigo aborda de maneira teórica e prática a temática do desenvolvimento de ferramentas que contribuem com a preservação do meio ambiente, mais precisamente no que diz respeito sobre a utilização de papel toalha.

Neste artigo, o objeto de estudo é o desenvolvimento de uma alternativa tecnológica para diminuir o alto consumo de papel toalha para a secagem das mãos e, através desta alternativa, também amenizar os efeitos do uso elevado deste produto.

Este tema, apesar de atual, possui problemas que são debatidos há décadas, como o desmatamento e o acúmulo de resíduos causados pelo descarte de papel toalha. Além destes, existe outro problema que é tema de diversos estudos, palestras e conferências entre nações: a emissão de gases do efeito estufa, que trazem desordem e desequilíbrios ambientais.

Evidenciando tal fato, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2007) mostra que as intervenções humanas exercem influência nos aspectos climáticos, como: aquecimento dos oceanos, temperaturas médias continentais e padrões de vento. Em pesquisa realizada na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), foram levantados dados constatando que 44 mil pessoas que compõem a comunidade acadêmica consomem 263 mil toneladas de papel em 5 cinco anos, o que equivale a incríveis 2.108 árvores (FRANÇA, 2015). Estudos como este podem trazer parâmetros essenciais quanto ao consumo de papel toalha em outras universidades, escolas, shoppings e centros comerciais.

Desta maneira, fazendo uso de conhecimentos em Eletrônica Analógica e Digital, foi desenvolvido um secador de mãos com tecnologia de baixo custo através de um sistema embarcado (capacidade computacional), completo e independente, como este foi definido por Cunha (2007), inserido no sistema, projetado e preparado para realizar uma tarefa predeterminada: auxiliar na secagem de mãos.

Com a utilização do protótipo do produto, é possível economizar com os custos do papel, além de diminuir os problemas como o acúmulo de resíduos.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. A placa Arduino

O Arduino é uma plataforma de desenvolvimento de projetos eletrônicos constituída de hardware e software, disponíveis na internet como *open-source*, ou seja, seu código-fonte pode ser acessado livremente e adaptado para diversas finalidades que podem ser compartilhadas pelos seus desenvolvedores para acesso livre, sem restrições.

É uma plataforma de programação muito útil para o desenvolvimento de projetos envolvendo módulos sensores ou de uso geral em práticas voltadas à atividade experimental (CAVALCANTE; TAVOLARO; MOLISANI, 2011; SOUZA, 2011).

O Arduino é um dispositivo formado, principalmente, por dois componentes básicos: a placa arduino, que é o elemento de hardware utilizado para construir seus objetos e a IDE (Integrated Development Environment) do arduino, que é um programa executado no computador, utilizado para escrever o código (chamado de sketch) e que fará o upload para a placa arduino. (BANZI,

2015; CAMPOS, 2014).

Na verdade, o Arduino é um pequeno computador capaz de processar informações de dispositivos e componentes externos conectados a ele através das suas entradas e saídas de acordo com o que for programado. O Arduino é também conhecido como plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, é um dispositivo de hardware com um sistema de software interagindo com o ambiente (McROBERTS, 2015; CAMPOS, 2014).

É composto por um microcontrolador de placa única, projetado para tornar mais acessível o processo de utilização da eletrônica em projetos multidisciplinares. O hardware consiste em um dispositivo simples projetado inicialmente para um microcontrolador Atmel AVR de 8 bits, havendo, também, outro modelo projetado para um Atmel ARM de 32 bits. O software consiste em uma linguagem de programação padrão simples, adaptada da linguagem *Processing*, chamada de *Wiring*, e do bootloader que roda no microcontrolador. O que torna essa linguagem simples é o fato de quando pressionado o botão de upload, o código escrito é traduzido para a linguagem C (ROCHA; MARRANGHELLO; LUCCHESI, 2014; BANZI, 2015; McROBERTS, 2015).

O microcontrolador embarcado na placa ATmega328, pode ser programado através de um software específico fornecido sem custos pela comunidade desenvolvedora da placa Arduino (ROCHA; MARRANGHELLO; LUCCHESI, 2014).

Há diversas placas de Arduino disponíveis e todas utilizam a mesma linguagem de programação, entretanto, a versão UNO é a mais usada em larga escala e a maioria delas usa as mesmas conexões com o ambiente externo, essa facilidade permite operar qualquer modelo de maneira prática e simplificada.

## 2.2. O software Proteus

O Proteus consiste em uma suíte de aplicativos de desenho esquemático e layouts de placas de circuitos impressos, desenvolvido pela Labcenter Electronics em 1988, que possibilita o auxílio nos primeiros passos para a elaboração de um protótipo. Este software permite criar sistemas elétricos e eletrônicos, simular e fazer layouts do circuito impresso. Com o apoio do Proteus é possível montar um projeto desde sua fase inicial até o desenvolvimento final da placa impressa para uso.

Por essa razão, o Proteus é considerado um laboratório virtual onde é possível acrescentar uma grande lista de componentes para a montagem do circuito, como resistores, capacitores, CI's, cargas como lâmpadas e motores. E ainda há a possibilidade de inserir o Arduino com um código previamente programado.

Segundo Santos (2014), o software Proteus é uma ferramenta útil para aqueles que desejam aperfeiçoar suas habilidades para o desenvolvimento de aplicações em sistemas eletrônicos e



embarcados. É possível elaborar o desenho de circuitos empregando um entorno gráfico, onde é possível colocar os símbolos dos componentes e realizar a simulação de seu funcionamento sem o risco de ocasionar danos aos circuitos físicos e equipamentos.

O software é dividido em dois ambientes principais: ISIS e ARES. O ISIS (Intelligent Schematic Input System) é uma ferramenta para a criação de esquemas elétricos enquanto que o ARES (Advanced Routing and Editing Software) é um ambiente que permite a criação de layouts dos circuitos impressos.

Na composição desses dois ambientes há quatro módulos que trabalham em conjunto e que fornecem todas as ferramentas necessárias para o desenvolvimento do projeto. São eles: o ISIS e o ARES, cujas funções já foram mencionadas, além do VSM (Virtual System Modeling), responsável pelas simulações e animações de componentes e uso de microcontroladores, e o PRO-SPICE (SPICE3F5 para simulação matemática) que utiliza modelos matemáticos e permite que na simulação sejam utilizados instrumentos e gráficos (LABSIS, 2010)

### 3. METODOLOGIA

Para a execução da primeira rodada de testes, montou-se o circuito em uma matriz de contato (*protoboard*), projetado no software *Proteus Design Suit*. Foram utilizados os materiais presentes no Quadro 1, abaixo.

Quadro 1 – Relação inicial de materiais utilizados no projeto.

<b>Materias</b>	<b>Quantidade</b>
Arduino UNO R3	1
Jumpers	11
LED Difuso 5 mm Verde	1
Matriz de Contato	1
Módulo Relé 5 V	1
Resistor 150 $\Omega$	1
Secador HP4823/04   Philips	1
Sensor Ultrassônico HC-SR04	1

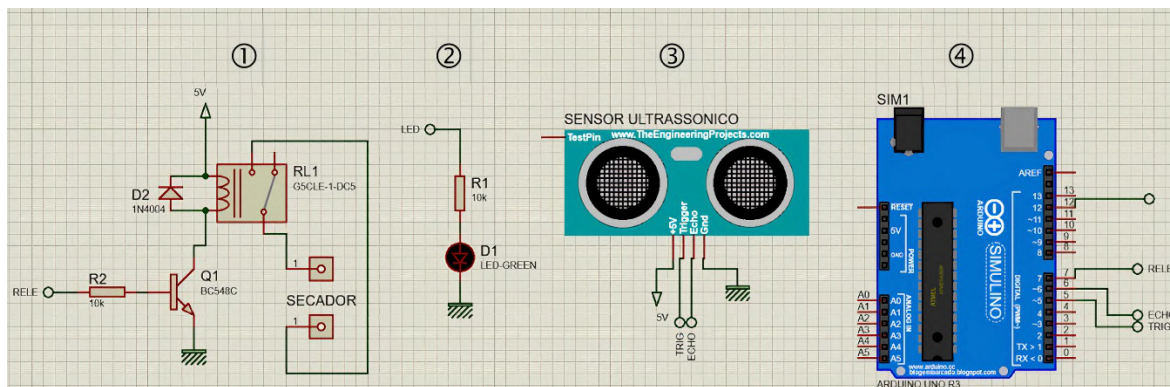
Fonte: Costa Júnior et al. (2020).

Na Figura 1, é possível visualizar cada parte integrante do circuito montado na fase inicial do projeto. Estas são:

- a) Microcircuito do Módulo Relé 5V: funciona como chave liga/desliga do acionamento do secador de mãos;

- b) Microcircuito do LED Difuso 5mm Verde: sinaliza o acionamento de cada ciclo de secagem;
- c) Microcircuito do Sensor Ultrassônico HC-SR04: detecta a presença de um usuário para ativação do sistema de secagem;
- d) Microcircuito do Arduino UNO R3: carrega a programação que gere o secador de mãos e alimenta o circuito de acionamento.

Figura 1 – Circuito inicial.



Fonte: Adaptado de Costa Júnior et al. (2020).

Com a utilização do software Arduino IDE, foi possível realizar a programação que gera o circuito. Dessa forma, para avaliar a eficiência da secagem de mãos proposta pelo projeto, foram simuladas possíveis situações em que o aparelho seria submetido após sua finalização.

Estas se sucederam da seguinte maneira: uma pessoa lavava suas mãos como faz usualmente e, em seguida, aproximava uma de suas mãos em frente ao sensor ultrassônico, utilizado para acionar o sistema. Com isso, um LED presente no circuito acendia para sinalizar que o secador estava ligado e o usuário posicionava suas mãos para que recebessem o fluxo de ar gerado pelo aparelho. Após os 15 segundos predefinidos na programação do sistema, este retornava para a posição de “repouso”, sinalizado pelo desligamento do LED, à espera de que outro ciclo se iniciasse.

Este ciclo de testes foi repetido 50 vezes. Na Figura 2 é possível observar uma demonstração da secagem de mãos.

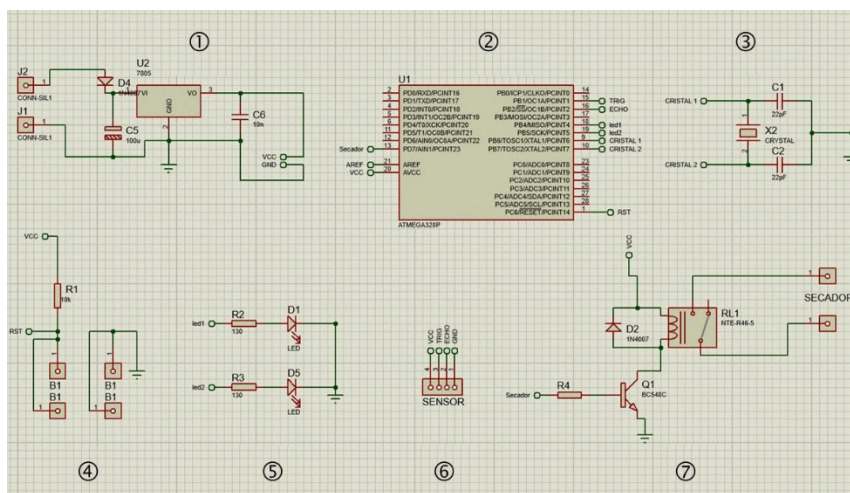
Figura 2 – Secagem de mãos na fase de testes.



Fonte: Costa Júnior et al. (2020).

Utilizando o software *Proteus Design Suit*, montou-se um circuito mais robusto e compacto (Figura 3). Em seguida, fez-se, ainda neste software, o desenho esquemático (Figura 4) para impressão em uma placa de fenolite.

Figura 3 – Circuito montado no Proteus.



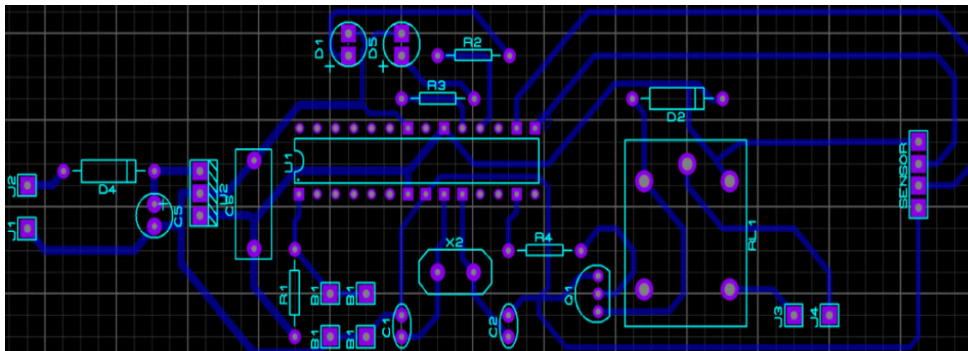
Fonte: Adaptado de Costa Júnior et al. (2020).

Na figura acima, é destacada cada parte integrante do circuito. Quais sejam:

- a) Microcircuito regulador de tensão: regula a tensão de entrada para 5 V;
- b) Microcircuito do microcontrolador ATmega328P: carrega a programação que gera o secador de mãos;
- c) Microcircuito oscilador: mede precisamente o *clock* do sistema e estabiliza frequências de transmissão;
- d) Microcircuito do *Push-Button*: reseta o sistema;
- e) Microcircuito dos LEDs Difusos 5 mm verdes:
  - a) LED 1: sempre acionado para sinalizar que o sistema está ligado;

- b) LED 2: sinaliza o acionamento de cada ciclo de secagem;
- f) Microcircuito do Sensor Ultrassônico HC-SR04: detecta a presença de um usuário para ativação do sistema de secagem;
- g) Microcircuito do Relé 5 V: funciona como chave liga/desliga do acionamento do secador de mãos.

Figura 4 – Desenho esquemático para PCI.



Fonte: Costa Júnior et al. (2020).

Este desenho esquemático foi impresso em papel fotográfico 180g/m<sup>2</sup> e o mesmo foi transferido para a placa de fenolite, por meio de propagação térmica. Após esse processo, foi montada uma PCI (Figura 5) utilizando os componentes listados no Quadro 2, alimentada por uma bateria de 9V.

Figura 5 – Placa de circuito impresso (PCI).



Fonte: Costa Júnior et al. (2020).

Quadro 2 - Lista de materiais utilizados na PCI.

<b>Materiais</b>	<b>Quantidade</b>
Adaptador Bateria 9 V	1
Bateria 9 V	1
Borne 2 Polos	2
Capacitor Cerâmico 22 pF	2
Capacitor de Poliéster 100 nF	1
Capacitor Eletrolítico 100 $\mu$ F	1
Cristal Oscilador 16 MHz	1
Diodo (1N4004)	2
Placa de Fenolite	1
LED Difuso 5 mm verde	2
Microcontrolador ATmega328P	1
<i>Push-Button</i>	1
Regulador de Tensão (Lm7805)	1
Relé 5 V	1
Resistor 150 $\Omega$	2
Resistor 4,7 k $\Omega$	1
Resistor 10 k $\Omega$	1
Sensor Ultrassônico (HC-SR04)	1
Transistor (BC548C)	1

Fonte: Costa Júnior et al. (2020).

Para dar forma ao secador de mãos, fez-se uma estrutura de cano PVC 60 mm com 30 cm de comprimento e suporte de isopor para sustentar a placa. O conjunto foi fixado na parede (Figura 6).

Figura 6 – Protótipo final do secador.



Fonte: Costa Júnior et al. (2020).

Com o sistema montado, fez-se a segunda rodada de testes, em que foram realizados 50 vezes o ciclo da primeira rodada de testes: lavagem de mãos, aproximação de uma mão em frente ao sensor ultrassônico, acionamento do sistema, 15 segundos de secagem, desligamento do secador. A primeira rodada de testes foi realizada apenas pelos autores do projeto. Já na segunda, teve-se o auxílio de 10 voluntários.

#### 4. ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após a primeira rodada de testes, conseguiu-se amadurecer o sistema com a alteração de componentes do circuito. Isso favoreceu a montagem da PCI e a estética do equipamento, que, por ter sido sintetizado o espaço utilizado pelos equipamentos eletrônicos, facilitou na estrutura final do projeto.

Em relação à eficiência de secagem do protótipo, verificou-se um melhor aproveitamento deste quando o usuário já havia realizado uma “pré-secagem” das mãos. Esta se dá com a retirada do excesso de água presente nas mãos após a lavagem, por meio de sacudidas nas mãos (de 3 a 5 repetições). Com isso, os 15 segundos de funcionamento do aparelho se mostraram satisfatórios na secagem.

Outro fator importante é o consumo de energia elétrica pelo equipamento e seu custo. Para isso, foram realizados os seguintes cálculos para verificar os valores gastos em uma secagem de mãos:

$$\text{Consumo(KWh)} = \frac{\text{Potência(W)} \cdot \text{Tempo(h)}}{1000} \quad \text{Equação - 1}$$

- Potência do secador = 1000 W
- Tempo de uma secagem = 15 s =  $\frac{1}{240}$  h

$$\text{Consumo em 1 secagem} = \frac{1000 \text{ W} \cdot \frac{1}{240} \text{ h}}{1000}$$

$$\text{Consumo em 1 secagem} = \frac{1}{240} \text{ KWh}$$

Considerando uma utilização mensal (30 dias) do secador com funcionamento (período de secagem) de 4 horas diárias, tem-se o seguinte resultado:

$$\text{Consumo mensal} = \frac{1000 \text{ W} \cdot 4 \frac{\text{h}}{\text{dia}} \cdot 30 \text{ dias}}{1000}$$

$$\text{Consumo mensal} = 120 \text{ KWh}$$

Desta forma, é possível calcular o custo mensal gerado pelo uso do secador da seguinte maneira:

$$\text{Custo mensal (R\$)} = \text{Consumo mensal (KWh)} \cdot \text{Tarifa(R\$)} \quad \text{Equação - 2}$$

- Tarifa base = R\$ 0,7385 (Amapá, ago/2021)

$$\text{Custo mensal} = 120 \cdot \text{R\$ } 0,7385$$

$$\text{Custo mensal} = \text{R\$ } 88,62$$

Agora, para o consumo de papel toalha, pode-se fazer uma breve estimativa: em pesquisa de mercado, considerou-se a média do preço do pacote de papel toalha mais barato encontrado (R\$ 4,31). Estimando o uso de pelo menos 1 pacote diário e considerando um período de 1 mês (30 dias), chega-se no seguinte resultado de gastos:

$$\text{Custo mensal (R\$)} = \text{Preço(R\$)} \cdot \text{n}^\circ \text{ de pacotes} \cdot \text{Tempo (dia)} \quad \text{Equação – 3}$$

$$\text{Custo mensal} = \text{R\$ } 4,31 \cdot 1 \cdot 30$$

$$\text{Custo mensal} = \text{R\$ } 129,30$$

Fazendo um comparativo entre o secador de mãos e o papel toalha, é notável a diferença de gastos: o custo do secador de mãos é de aproximadamente 31,5% menor em relação ao papel toalha em uma perspectiva otimista quanto ao uso deste último. Além disso, contribui-se com a diminuição do uso de papel e, conseqüentemente, do incentivo ao desmatamento, de resíduos descartados e de outros problemas ambientais. Vale ressaltar que o tempo de operação diário do secador foi superestimado, em comparação com a quantidade de papel toalha calculada para uso diário.

Além do custo-benefício e maior sustentabilidade – fatores superiores aos analisados com papel toalha – a praticidade do secador de mãos o torna um equipamento mais eficiente.

Para a montagem do projeto final, foi necessário o valor de R\$ 60,00 na compra de materiais, visto que alguns destes foram conseguidos por meio de reutilização. Em comparação com os secadores de mãos comerciais, cujos preços variam entre centenas e milhares de reais, o equipamento produzido se mostrou positivo em relação a seu investimento.

## 5. CONCLUSÃO

De maneira geral, o projeto proporcionou uma vasta quantidade de conhecimentos aos seus desenvolvedores, desde o embasamento teórico riquíssimo com dados de consumo, custos e impactos ambientais até a programação e montagem do sistema embarcado.

Durante as etapas de desenvolvimento do projeto, foi possível observar um amadurecimento de conceitos e procedimentos técnicos específicos na área da Engenharia, como a confecção da PCI, que exige conhecimentos de eletrônica e de manuseio de compostos químicos.

Também é importante salientar que é necessária uma pesquisa ainda mais aprofundada quanto a responsabilidade ambiental do sistema, pois a confecção de qualquer produto pode gerar impactos ambientais. Entretanto, esse, apesar de ser um ponto a ser questionado no projeto, também serve como tema de discussão para prejuízos ambientais oriundos de produções em larga e curta escala.

Desta maneira, o projeto encontra-se funcional, de baixo custo e com programação, montagem e estrutura robustas, além de trazer à comunidade acadêmica a reflexão quanto à preservação do meio ambiente através da diminuição de resíduos sólidos.

## REFERÊNCIAS

- BANZI, M. **Primeiros passos com o arduino**: a plataforma de prototipagem eletrônica open source. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2015.
- CAMPOS, R. A. F. **Automação residencial utilizando Arduino e aplicação web**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia da Computação) - Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Centro Universitário de Brasília, Brasília, DF, 2014. Disponível em: [https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/5461/1/Monografia\\_Roberto.pdf](https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/5461/1/Monografia_Roberto.pdf). Acesso em: 25 jul. 2021.
- CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C.; MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 4503, out./dez. 2011.
- COSTA JÚNIOR, A. et al. Secador de mãos de baixo custo. *In*: MOSTRA NACIONAL DE ROBÓTICA, 10., 2020. **Anais Eletrônicos [...]**. Mostra Virtual. Disponível em: <http://sistemaolimpo.org/midias/uploads/bac5e48502f6f0e179a3a2b8f4cd0091.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2021.
- CUNHA, A. Sistemas Embarcados. **Revista Saber Eletrônica**, São Paulo, n. 414, p. 39-43, 2007.
- FRANÇA, B. C. S. **Plano de ação para minimizar o consumo de papel toalha no ambiente universitário da UFRN**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) – Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.
- IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: the physical science basis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- LABSIS. Comércio de Equipamentos Educacionais. **Treinamento de Proteus VSM**. São Paulo: Anacom Eletrônica, 2010.
- McROBERTS, M. **Arduino Básico**. São Paulo: Novatec, 2015.
- ROCHA, F. S.; MARRANGHELLO, G. F.; LUCCHESI, M. M. Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para ensino de Física em tempo real. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 98-123, abr. 2014.
- SANTOS, K. O. **O software Proteus e sua viabilidade no processo de ensino de circuitos elétricos**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/8292/1/PDF%20-%20Kleiton%20Oliveira%20Santos.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2021.
- SOUZA, A. R. *et al.* A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 1702, jan./mar. 2011.



# *Capítulo 9*

---

## **TRANSTORNO ESPECTRO AUTISTA (TEA): RELAÇÃO COM A SUPLEMENTAÇÃO DE ÁCIDO FÓLICO ANTES E DURANTE A GRAVIDEZ**

**DOI: 10.29327/5241738.1-9**

Bruno Gabriel Monteiro Oliveira

## TRANSTORNO ESPECTRO AUTISTA (TEA): RELAÇÃO COM A SUPLEMENTAÇÃO DE ÁCIDO FÓLICO ANTES E DURANTE A GRAVIDEZ

*Bruno Gabriel Monteiro Oliveira*

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi conhecer a importância e a relação da suplementação de ácido fólico com o TEA. De forma adequada a suplementação de ácido fólico beneficia tanto mãe quanto bebê, porém estudos atuais relatam que o aumento da suplementação pode gerar um aumento do risco de desenvolvimento do TEA, embora as pesquisas ainda estejam em fase inicial no campo científico, o campo de estudo está desenvolvendo rapidamente e forneceu a este estudo evidências sugestivas sobre a importância desses nutrientes. Assim, foi possível identificar a existência de um fator causal comprovadamente que leve ao autismo, acreditando que há um conjunto de fatores, sejam ambientais, genéticos, químicos ou por patologias adquiridas durante a fase gestacional. Os artigos científicos e teses de Mestrado, estes foram obtidos a partir de busca nas plataformas Google Acadêmicos, Biblioteca Virtual de Saúde (BVS/BIREME) e SciELO (Scientific Electronic Library Online), a partir das palavras-chave TEA, Ácido Fólico, Autismo, Suplementação. A seleção dos artigos se deu pela leitura dos seus resumos e palavras-chave. Pesquisas apontam que o aumento dos casos de TEA se deve ao fato de que mais fatores genéticos estejam implicados na etiopatogênese neural. No entanto, a grande maioria dos artigos ressalta com maior precisão que há mais efeitos benéficos do uso de ácido fólico antes da concepção e durante a gestação na prevenção do TEA, assim como de outras anormalidades relacionadas aos defeitos do tubo neural.

**Palavra-chave:** TEA, Ácido Fólico, Autismo, Suplementação, Folato

### 1. INTRODUÇÃO

Torres, K. S. et al, 2020, Este artigo tem por título transtorno espectro autista (tea): relação com a suplementação de ácido fólico antes e durante a gravidez. O período de uma gravidez que segue seu curso saudável está associado com mudanças fisiológicas significativas no sistema imunológico, pulmonar e principalmente no cardiovascular e hemodinâmico, esses eventos são responsáveis pela vasodilatação vascular sistêmica, desse modo, essas alterações são fundamentais para a sobrevivência e desenvolvimento do feto e para a saúde materna. Nesse período ocorre a elevação de duas a três vezes na necessidade de ferro, para que seja feita a síntese de hemoglobina enzimática, demanda fetal e perdas sanguíneas no momento do parto, ao mesmo tempo também há necessidade do aumento de 10 a 20 vezes nas necessidades de folato e duas vezes de vitamina B. Sendo assim, o ácido fólico representa um grande papel no período gestacional.

Os nutrientes ingeridos pela mãe durante a gravidez são, muitas vezes, indispensáveis para a gênese normal do embrião. Um importante micronutriente é uma das vitaminas do complexo B, a vitamina B9, que é hidrossolúvel e conhecida como folato ou ácido fólico, como é denominada a sua forma sintética. Tendo em vista que os mamíferos não são capazes de produzir essa vitamina, ela é obtida por meio da alimentação com a ingestão de folhas verdes, fígado e frutas cítricas, por exemplo. (NAZKI FH, SAMEER AS, GANAIE BA, 2014).

De acordo com orientações atualizadas do Ministério da Saúde, a suplementação vitamínica com ácido fólico é recomendada para a mulher em idade fértil, dois meses antes de engravidar e nos dois primeiros meses da gestação. O ácido fólico é uma vitamina hidrossolúvel do complexo B, que atua no processo de multiplicação das células e na formação de proteínas estruturais da hemoglobina. (BRASIL, 2012).

O objetivo é prevenir defeitos no tubo neural do feto, formado no momento inicial da gravidez. A ingestão da substância reduz em até 75% o risco de má formação dessa estrutura, prevenindo casos de anencefalia, paralisia dos membros inferiores, incontinência urinária e intestinal dos bebês, além de diferentes graus de retardo mental e de dificuldades de aprendizagem escolar. (BRASIL, 2012).

Torna-se importante ressaltar que, o Transtorno do Espectro Autista (TEA), ou simplesmente autismo, é um transtorno do neurodesenvolvimento caracterizado por dificuldades de comunicação e interação social, interesses restritos e comportamentos repetitivos. Apresenta uma prevalência que varia de 1 a cada 68 até de 1 a cada 59 pessoas, de acordo com estudos mais recentes. Devido sua prevalência e por ser um transtorno muito estudado ao redor do mundo, é comum que diversas pesquisas busquem associação do TEA com fatores genéticos e ambientais. Entre esses estudos, um que tem sido amplamente divulgado e compartilhado na mídia é sobre o uso de ácido fólico na gestação e o aumento do risco de autismo. (SAUDE PR, 2023).

A relevância deste estudo justifica-se pelas pesquisas em relação ao uso da suplementação de ácido fólico no pré e pós parto como uma das causas do autismo, o qual vem sendo estudado pelos cientistas há mais de 60 anos. Porém, ainda há bastantes divergências e questões a serem respondidas pelo meio científico. (Mello AMS, 2016).

O estudo mostra-se relevante para os acadêmicos, professores e pesquisadores da área da Farmacêutica, pois pretende-se tornar possível a análise de forma reflexiva sobre o tema-problema desse trabalho, posto que permite que o exercício do trabalho desempenhado pelos farmacêuticos

seja desempenhado por pessoas com qualificação técnica e que, há diversas possibilidades de atuação para os farmacêuticos após a conclusão do seu curso. Além disso, por permitir responder ao seguinte problema de pesquisa: Qual a importância do conhecimento da dosagem exata da suplementação de ácido fólico por gestantes no pré e pós parto e suas consequências?

Nesse momento é importante observar dois pontos. O primeiro é que ambos referem que se há um risco, esse é referente ao uso de altas dosagens de ácido fólico. A dosagem de ácido fólico recomendada atualmente para as gestantes é de 400 a 800 microgramas, algo muito inferior ao que os estudos definem como alta dosagem (que seria maior de 5 miligramas, ou seja, 10 vezes a mais do que o recomendado). O segundo ponto é que, apesar do estudo da médica Margaret Fallin ter sido apresentado com seus resultados preliminares em 2016, o estudo final publicado em janeiro de 2018 trouxe novas conclusões a respeito. (SBGM, 2023).

E quanto aos objetivos deste trabalho foi conhecer a importância das informações a respeito das dosagens do consumo do ácido fólico, mas sim de frequência, demonstrando que o consumo de ácido fólico durante a gestação menor de 2 vezes por semana, assim como um consumo maior de 5 vezes por semana, está associado a um aumento de risco para TEA. Ela observa que o consumo moderado, de 3 a 5 vezes por semana apresenta um efeito protetor contra o desenvolvimento de TEA, algo já demonstrado em estudos anteriores. (SBGM, 2023).

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### **2.1. Metodologia**

Trata-se de uma revisão bibliográfica qualitativa, realizada em periódicos de 2015 e 2023. As fontes de pesquisa foram as plataformas Google Acadêmicos, Biblioteca Virtual de Saúde (BVS/BIREME) e SciELO (Scientific Electronic Library Online), a partir das palavras-chave TEA, Ácido Fólico, Autismo, Suplementação, Folato. Os critérios de inclusão dos periódicos foram: terem sido publicados em língua portuguesa, entre os anos de 2010 e 2023, que que tiverem relação com o tema em tela. Já os critérios de exclusão dos periódicos foram: terem sido publicados em idioma que não o português, antes de 2010, nem como os que não tiverem relação com o tema em tela. Após leitura, as publicações selecionadas foram fichadas e classificadas nos seguintes eixos temáticos: relação do transtorno do espectro autista com suplementação por ácido fólico antes e durante a gestação, principais desafios para o estudo é por ainda haver divergências em quanto a dosagem adequada, sem oferecer risco ao desenvolvimento do feto. Por se tratar de um estudo de revisão bibliográfica do tipo narrativa, esta pesquisa não precisará ser submetida a comitê de ética em pesquisa; pois não fará uso de amostras biológicas e/ou células primárias provenientes de seres humanos e/ou animais assim como não utilizará animais e seres humanos como veículo ou hospedeiro

para coleta e manutenção de insetos ou organismos invertebrados.

## 2.2. Resultados e Discussões

### 2.2.1 Fatores que desencadeiam o transtorno do espectro autista (TEA)

É bastante complexo relacionar causas que desencadeiam o TEA em razão da heterogeneidade fenotípica entre as crianças que o possuem. No entanto, os fatores genéticos mostraram-se importantes para os estudos etiológicos do referido transtorno. (VOLKMAR F, 2014).

Está comprovado cientificamente que as mutações genéticas desempenham um papel significativo no surgimento do autismo. Cientistas do mundo todo identificaram diversos genes que estão ligados ao TEA. Sabe-se que nesses casos, o autismo ocorre devido a alguma falha no processo de desenvolvimento cerebral, logo no início da formação do feto. Pesquisas realizadas em todo o mundo têm analisado as variações que ocorrem nos genes para compreender de que forma elas influenciam no desenvolvimento do sistema nervoso central (SNC) e como podem se expressar em torno do autismo. (NEURO CONECTA, 2023).

Hoje sabemos que os fatores genéticos estão envolvidos na grande maioria dos casos de autismo. Pesquisas recentes citam que mais de 90% dos casos de autismo são de causas genéticas. (NEURO CONECTA, 2023). O transtorno do espectro autista

Um estudo recente, realizado por pesquisadores da Escola de Saúde Pública Johns Hopkins Bloomberg, nos EUA, indica que o excesso de vitamina B9 (ácido fólico), pode aumentar em duas vezes o risco de autismo nas crianças. (PROMATRE, 2023).

A saúde da mãe também tem influência no desenvolvimento do TEA, pois a pré-eclâmpsia está implicada numa frequência 32% maior do número de casos com o referido transtorno quando comparada ao nascimento de crianças que não foram expostas a ela45. Ademais, as condições em que se encontra o metabolismo da mãe durante a gravidez podem ser relacionadas não apenas ao TEA, mas também a atrasos no desenvolvimento. Outro fator importante que pode influenciar no aumento do risco de desenvolver TEA é a ingestão de determinados fármacos pela mãe. A ingestão de ácido valproico, um medicamento utilizado como estabilizante de humor e anticonvulsivante, durante a gestação pode afetar o neurodesenvolvimento do feto, aumentando o risco de TEA (KRAKOWIAK P, 2012).

Maia et al 2019, A vitamina B9, é conhecida como folato ou ácido fólico, ela pode ser adquirida por meio de alimentos como folhas verdes, fígados, frutas... O ácido fólico é importante no desenvolvimento do tubo neural, porem esse fechamento pode ocorrer no mesmo tempo do desenvolvimento do transtorno do Espectro do Autismo (TEA), por isso algumas pesquisas apontam o ácido fólico como um dos prováveis fatores responsáveis pelo desenvolvimento do

autismo.

### 2.2.2 Conceitos do ácido fólico, seus benefícios e seus possíveis malefícios

Algumas publicações recentes têm afirmado que o suplemento do ácido fólico antes da concepção e durante a gestação pode ser um dos fatores desencadeantes do TEA. Essa possível relação pode ter surgido devido a função do ácido fólico nos processos de metilação do DNA, servindo como depósitos de unidades de carbono. (Maia et al. 2019).

Espolador et al 2015, O ácido fólico (AF), também conhecido como vitamina B9 ou folato é uma vitamina do complexo B que está presente em vários alimentos, mas é facilmente modificada quando em contato prolongado com o oxigênio do ar ou temperatura elevada, prejudicando sua ação no organismo. Tem ampla importância para o organismo, evidenciando-se nas fases de crescimento e desenvolvimento do corpo humano, contribuindo com a manutenção da saúde e prevenção de doenças. Mais precisamente, o ácido fólico tem importante função na saúde, estabilidade e manutenção do material genético, além do estabelecido papel na redução dos defeitos de tubo neural. (MARCHIONI et al., 2013).

A deficiência de ácido fólico em mulheres na idade reprodutiva pode provocar defeitos no fechamento do tubo neural, podendo acarretar incapacidades crônicas graves e morte. Para a prevenção é fundamental o uso da suplementação desde o período periconcepcional. Durante a gestação, o fechamento do tubo neural ocorre nas primeiras quatro semanas após a concepção. Quando esse tubo não consegue completar a neurulação ou envoltórios, ocorre o defeito que, dependendo do tipo de falha e do local acometido, pode originar doenças que causam morte ou sequelas graves nos recém-nascidos, sendo as mais frequentes a anencefalia e a espinha bífida. Sob a perspectiva de sanar essa deficiência no período gestacional, o Ministério da Saúde (MS) recomenda a suplementação do ácido fólico na dosagem de 5mg/dia para a mulher desde os últimos três meses antes da concepção até a 14ª semana gestacional (ESPOLADOR et al., 2015).

O folato é uma vitamina que possui papel importantíssimo na formação do DNA e RNA, bem como na multiplicação celular, sendo assim, é indispensável para o desenvolvimento do feto. Além disso, ele atua em três importantes tipos de crescimento: eritrocitário, uterino e placentário. O folato também é necessário para o crescimento durante o período pré-natal e pós-natal, na lactação, na formação de anticorpos e como coenzima no metabolismo de aminoácidos e síntese de purinas e pirimidinas, assim como na síntese proteica. Na sua insuficiência, podem ocorrer alterações na produção de DNA e, conseqüentemente, alterações cromossômicas (FONSECA, 2023).

Zhong et al. 2020, Embora as pesquisas que examinam a dieta materna em associação com o TEA tenham começado há relativamente pouco tempo, o campo está crescendo rapidamente e

forneceu evidências sugestivas da importância de vários nutrientes. Mais notavelmente, a maior atenção foi dada ao papel potencial do Ácido Fólico com vários achados replicados apoiando uma associação protetora.

### **2.2.3 Relação entre o uso de ácido fólico e o desenvolvimento do transtorno do espectro autista (tea)**

Várias pesquisas relatam sobre a importância do ácido fólico durante o desenvolvimento do SNC, destacando sua ação no fechamento do tubo neural, mas não encontram evidências suficientes para comprovar alguma relação da suplementação de ácido fólico antes e durante a gravidez com o desenvolvimento do TEA. Contudo, poucos estudos recentes já relatam uma possível associação. (VIRK J, 2016).

Um estudo recente aponta que existe e permanece a redução do risco de desenvolvimento do TEA pela criança quando, durante o período gestacional, há a suplementação de ácido fólico e multivitamínicos, principalmente se mãe apresentar deficiência de vitaminas. Contudo, os mesmos autores apontaram que não foi observada redução do risco quando mães com deficiência de vitaminas fizeram a suplementação anteriormente à concepção, e não durante a gestação. (LEVINE, 2018).

Entretanto, de forma contraditória, no estado da Califórnia, num estudo de caso, os autores afirmaram que a dieta da gestante suplementada com ácido fólico, 12 semanas antes da gravidez e até quatro semanas do período gestacional, auxiliou na redução dos riscos de a criança desenvolver TEA. (SCHMIDT, 2012).

No estudo, desenvolvido no período de 2003 a 2009, os autores observaram que o gene da enzima metilenotetra--hidrofolato redutase (MTHFR) pode apresentar a mutação c677t. Essa mutação é um polimorfismo que está associado ao aumento da homocisteína. Assim, os autores afirmam que a ingestão do ácido fólico precisa ser elevada para que haja o desenvolvimento adequado do sistema nervoso. Dessa forma, o resultado da pesquisa aponta que a ingestão de uma média maior do que 0,6 mg (= 600 µg) por dia reduziu mais o risco de desenvolvimento de TEA do que a média abaixo desse valor. (SCHMIDT, 2012).

## **3. CONCLUSÃO**

Diante dos diversos estudos, é perceptível a existência de um fator causal comprovadamente que leve ao autismo, ainda não é algo concreto e definido, apenas acredita-se que existam um conjunto de fatores, dentre eles os ambientais, genéticos, químicos ou algumas patologias

adquiridas durante a fase gestacional, que divergem entre os períodos pré-natais, perinatais e pós-natais tenham influência no neurodesenvolvimento do feto, podendo aparecer sintomas autísticos nos primeiros três anos de vida.

No que concerne ao uso de ácido fólico antes e durante a gestação e sua possível relação com o aumento da incidência do TEA, um maior número de periódicos ressalta com mais precisão seus efeitos benéficos na prevenção dos defeitos do tubo neural e outras malformações. Sendo assim, quando se analisa o risco-benefício da suplementação com ácido fólico na dose mínima diária de 0,4 mg (= 400 µg), dois a três meses antes da concepção até o final da gestação, ou continuando ao longo do período de amamentação, conclui-se que os benefícios sobrepujam os possíveis malefícios. No entanto, a sugestão para possíveis estudos é que mais estudos e pesquisas sejam voltados para essa temática com a finalidade da disseminação da temática em questão.

## REFERÊNCIAS

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **LINHA DE CUIDADO PARA A ATENÇÃO ÀS PESSOAS COM TRANSTORNOS DO ESPECTRO DO AUTISMO E SUAS FAMÍLIAS NA REDE DE ATENÇÃO PSICOSSOCIAL DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE**. Brasília, 2015. Disponível em:

[https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/linha\\_cuidado\\_atencao\\_pessoas\\_transtornos\\_autismo\\_versao\\_preliminar.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/linha_cuidado_atencao_pessoas_transtornos_autismo_versao_preliminar.pdf). Acesso em: 21 mai. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Caderno de Atenção Básica nº 32. In: **Atenção ao pré-natal de baixo risco**. Brasília: Ministério da Saúde; 2012. Disponível em:

<[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cadernos\\_atencao\\_basica\\_32\\_prenatal.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cadernos_atencao_basica_32_prenatal.pdf)> Acesso em: 10 de maio 2023.

CASTANO, Erika et al. **Folatos e gravidez, conceitos atuais: É necessária suplementação com ácido fólico?** Rev. chil. pediatra Santiago, v. 88, n. 2 P. 199-206, abr. 2017. Disponível em <[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-41062017000200001&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062017000200001&lng=es&nrm=iso)>. Acesso em 10 de maio de 2023.

ESPOLADOR, G. M. et al., Identificação dos fatores associados ao uso da suplementação do ácido fólico na gestação. **Revista de Enfermagem do Centro Oeste Mineiro**, Minas Gerais, v. 5, n. 2, p. 1552-1561, 2015. Disponível em:

<<http://www.seer.ufsj.edu.br/index.php/recom/article/view/766/857>>. Acesso em: 15 maio 2023.

FORMIGA, A. A. **Uso de ácido fólico em gestantes e sua associação com o autismo**. **Journal of Medicine and Health Promotion**, Patos, v.3, n.1, p.903-912, mar. 2018. Disponível em: <http://jmhp.fiponline.edu.br/pdf/cliente=13-9355809a777966238eb5f0cflfadd365.pdf>. Acesso em: 15 de maio de 2023.

Fonseca VM, Sichieri R, Basilio L, Ribeiro LVC. Consumo de folato em gestantes de um hospital público do Rio de Janeiro. **Rev Bras Epidemiol**. 2003;6(4):319-27. Disponível em <file:///C:/Users/Admin/Downloads/Transtorno\_do\_espectro\_autista\_e\_a\_suplementacao\_p%20(1).p



df > .Acesso em 8 de maio 2023

Klin A. **Autismo e síndrome de Asperger: uma visão geral.** Rev Bras Psiquiatr [Internet]. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-44462006000500002](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-44462006000500002)> Acesso em: 15 maio de 2023.

Krakowiak P, Walker CK, Bremer AA, Baker AS, Ozonoff S, Hansen RL, et al. **Maternal metabolic conditions and risk for autism and other neurodevelopmental disorders.** Pediatrics. 2012;129(5):e1121-8. Disponível em <[file:///C:/Users/Admin/Downloads/Transtorno\\_do\\_espectro\\_autista\\_e\\_a\\_suplementacao\\_p%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/Transtorno_do_espectro_autista_e_a_suplementacao_p%20(1).pdf)> Acesso em: 8 de maio 2023

Levine SZ, Kodesh A, Viktorin A, Smith L, Uher R, Reichenberg A, et al. **Association of maternal use of folic acid and multivitamin supplements in the periods before and during pregnancy with the risk of autism spectrum disorder in offspring.** JAMA Psychiatry. 2018;75(2):176-84. Disponível em <[file:///C:/Users/Admin/Downloads/Transtorno\\_do\\_espectro\\_autista\\_e\\_a\\_suplementacao\\_p%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/Transtorno_do_espectro_autista_e_a_suplementacao_p%20(1).pdf)> .Acesso em 15 de maio 2023.

Mendes K, Silveira R, Galvão C. **Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem.** Texto completo – enferm. 2008 Out. /Dez; 17(4)

Nazki FH, Sameer AS, Ganaie BA. **Folate: metabolism, genes, polymorphisms and the associated diseases.** Gene. 2014;533(1):11-20. Disponível em: <<file:///C:/Users/Admin/Downloads/28746-Article-330589-1-10-20220418.pdf>>. Acesso em: 14 de maio de 2023.

PROMATRE, São Paulo, 2023. **Excesso de ácido fólico pode aumentar o risco de autismo nos bebês?** Disponível em: <<https://www.promatre.com.br/excesso-de-acido-folico-pode-aumentar-o-risco-de-autismo-no-bebe/>> Acesso em: 15 de maio 2023.

REVISTA VEJA. O novo mundo do autismo, São Paulo: editora Abril, 2017. ISSN 0000-1122.

SBGM. Porto Alegre. **SBGM defende uso de ácido fólico no primeiro trimestre de gestação -** Disponível em: <<https://www.sbgm.org.br/detalhe.aspx?id=1478&area=4>> Acesso em : 14 de maio 2023

Schmidt RJ, Tancredi DJ, Ozonoff S, Hansen RL, Hartiala J, Allayee H, et al. **Maternal periconceptional folic acid intake and risk of autism spectrum disorders and developmental delay in the CHARGE (CHildhood Autism Risks from Genetics and Environment) casecontrol study.** Am J Clin Nutr. 2012;96(1):80-9.

S. M. Carina et al M. de C Karina; **Transtorno do espectro autista e a suplementação por ácido fólico antes e durante a gestação** Disponível em: <[file:///C:/Users/Admin/Downloads/Transtorno\\_do\\_espectro\\_autista\\_e\\_a\\_suplementacao\\_p%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/Transtorno_do_espectro_autista_e_a_suplementacao_p%20(1).pdf)> Acesso em: 15 maio de 2023

Torres, K. S. et al. (2020). **Suplementação individualizada de ferro e ácido fólico para gestantes adultas.** Research Society and Development, 9(11), e2819119740. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.9740>> Acesso em 13 de maio de 2023.

Volkmar F, Siegel M, Woodbury-Smith M, King B, McCracken J, State M. **Practice parameter**

**for the assessment and treatment of children and adolescents with autism spectrum disorder.** J Am Acad Child Adolesc Psychiatry. 2014;53(2):237-57. Disponível em: <file:///C:/Users/Admin/Downloads/28746-Article-330589-1-10-20220418.pdf>. Acesso em: 14 de maio de 2023.

Virk J, Liew Z, Olsen J, Nohr EA, Catov JM, Ritz B. **Preconceptional and prenatal supplementary folic acid and multivitamin intake and autism spectrum disorders.** Autism. 2016;20(6):710-8. Disponível em <file:///C:/Users/Admin/Downloads/Transtorno\_do\_espectro\_autista\_e\_a\_suplementacao\_p%20(1).pdf> .Acesso em 8 de maio 2023.

# ***Capítulo 10***

---

## **SÍNDROME DE BURNOUT EM PROFISSIONAIS DA SAÚDE DURANTE A PANDEMIA DE COVID -19**

**DOI: 10.29327/5241738.1-10**

Steffany Garcia Soffa  
Matheus Batista Soares de Azevedo  
Maysa Lucielly da Silva Brito  
Vitoria Batista Soares de Azevedo  
Letícia Fernanda Pires Raimundo Figueiredo  
Sérgio Augusto Siqueira da Cunha  
Pammyla Gisele de Melo Torres da Cunha

## SÍNDROME DE BURNOUT EM PROFISSIONAIS DA SAÚDE DURANTE A PANDEMIA DE COVID -19

*Steffany Garcia Soffa*

*Matheus Batista Soares de Azevedo*

*Maysa Lucielly da Silva Brito*

*Vitoria Batista Soares de Azevedo*

*Letícia Fernanda Pires Raimundo Figueiredo*

*Sérgio Augusto Siqueira da Cunha*

*Pammyla Gisele de Melo Torres da Cunha*

### RESUMO

**Objetivo:** Descrever os fatores propulsores da síndrome de Burnout nos profissionais da saúde no período da pandemia COVID-19. **Métodos:** Trata-se de uma revisão de literatura com abordagem exploratória, descritiva, qualitativa, quantitativa e explicativa. Realizadas buscas no *PubMed* e na BVS. No *PubMed* foram combinados Burnout or Profissionais da Saúde and COVID-19, já na BVS, foram combinados burnout and pandemia COVID-19. Foram incluídas publicações de 2020 a 2023 e excluídos os artigos que fugiram do tema, tangenciam o estudo ou estão fora do período adotado. **Resultados:** Foram encontrados 2301 artigos, sendo 1213 no *PubMed* e 1088 na BVS, filtrados 16 artigos para discutir acerca do objetivo proposto, no qual 7 são do *PubMed* e 9 são da BVS, todos atribuem à causa da síndrome de Burnout a sobrecarga de trabalho, a escassez de equipamentos de proteção individual, o que levou a alta exaustão emocional (EE), despersonalização (DP) e baixa realização pessoal (PA). **Conclusão:** Conclui-se que os efeitos da síndrome de Burnout interferem de forma negativa na qualidade de vida dos profissionais da saúde e uma baixa eficiência na realização do seu trabalho.

**Palavras-chave:** Burnout. Profissionais de saúde. COVID-19. Fatores de risco.

### ABSTRACT

**Objective:** To describe the driving factors of Burnout syndrome in health professionals during the COVID-19 pandemic. **Methods:** This is a literature review with an exploratory, descriptive, qualitative, quantitative and explanatory approach. Searches were performed in *PubMed* and VHL. In *PubMed*, Burnout or Health Professionals and COVID-19 were combined, while in VHL, burnout and pandemic COVID-19 were combined. Publications from 2020 to 2023 were included and articles that deviated from the theme, were tangent to the study or were outside the adopted

period were excluded. **Results:** 2301 articles were found, 1213 in PubMed and 1088 in VHL, filtered 16 articles to discuss about the proposed objective, in which 7 are from PubMed and 9 are from VHL, all attribute the cause of Burnout syndrome to work overload, the shortage of personal protective equipment, which led to high emotional exhaustion (EE), depersonalization (DP) and low personal fulfillment (PA). **Conclusion:** It is concluded that the effects of the Burnout syndrome negatively interfere with the quality of life of health professionals and a low efficiency in carrying out their work.

**Keywords:** Burnout. Health professionals. COVID-19. Risk factors.

## 1. INTRODUÇÃO

O termo Síndrome de *Burnout* (SB) foi idealizado inicialmente pelo psiquiatra Herbert J. Freudenberg, em 1974. Entretanto, a fundamentação teórica só aconteceu em 1981 por Maslach e Jackson, os quais afirmam que a SB é uma condição desencadeada por vários fatores, que inclui o desgaste emocional, a descrença, e uma baixa eficiência na realização do seu trabalho. Atualmente, são desenvolvidas pesquisas empíricas envolvendo estudantes, bem como são realizadas investigações com profissionais (RODRIGUES *et al.*, 2020), porém o foco deste estudo, serão os profissionais da saúde.

A Síndrome de Burnout vem do inglês, e significa esgotamento, que trata-se de um tipo de estresse ocupacional que acomete profissionais envolvidos em uma relação contínua, direta e emocional, contudo, em virtude da modalidade de trabalho, os profissionais mais vulneráveis estão vinculados às atividades que envolvem serviço, tratamento ou educação (ALVES DE SOUSA *et al.*, 2020).

Assim, profissionais que trabalham na linha de frente possuem um nível cada vez maior de estresse, devido a alta carga de trabalho, a tristeza de perder pacientes e colegas, e às vezes recursos insuficientes, como por exemplo, equipamento de proteção pessoal ou falta de treinamento em protocolos de proteção. Desse modo, o medo de ficar doente é inerentemente, que pode se tornar um caminho para a exaustão psicofísica e transtornos de saúde mental. Contudo, este problema não se limita àqueles na linha de frente da pandemia (APPIANI *et al.*, 2021).

A propensão dos profissionais de saúde à SB é bem documentada, principalmente os que trabalham em ambientes complexos e intensos como os hospitais, sendo frequentemente identificada em médicos de diferentes especialidades, médicos residentes enfermeiros e fisioterapeutas que trabalharam na linha de frente dos hospitais campanha na pandemia COVID-19 (PERNICIOTTI *et al.*, 2020).

Desse modo, tendo em vista a intensa rotina dos profissionais de saúde durante a pandemia COVID-19, vê-se a importância de levantar um estudo acerca da SB, que se caracteriza pela

exaustão física e emocional, a descrença e a baixa eficiência na realização do trabalho, o que de certa forma, prejudica o paciente. Com isso, essa revisão integrativa de literatura possui como objetivo descrever os fatores propulsores da síndrome de burnout nos profissionais da saúde no período da pandemia COVID-19.

## 2. MÉTODOS

### 2.1. Tipos de Pesquisa

O presente artigo é uma revisão de integrativa de literatura com abordagem exploratória, descritiva, qualitativa, quantitativa e explicativa. No estudo de revisão de literatura, o pesquisador utiliza técnicas exploratórias para levantar dados necessários para embasar suas ideias. Assim, ao realizar sua pesquisa nas bases de dados, o pesquisador deve estar atento se aquele trabalho contempla seus objetivos (MARIANO *et al.*, 2017).

O estudo contempla, também, a abordagem descritiva, cujo propósito principal é a descrição das características de determinado fenômeno e/ou populações estabelecendo assim, relações entre as diversas variáveis que contribuem para desencadear o problema (GIL, 2017).

Na abordagem qualitativa, possui como premissa analisar e interpretar aspectos mais profundos para poder descrever o grau de complexidade dos fenômenos e ainda fornecer análises mais precisas e minuciosas sobre as investigações, ações e tendências de comportamento dos fatos (MARCONI; LAKATOS, 2017).

Já na abordagem quantitativa, consoante Severino (2017) com rigor de estudo a um plano previamente estabelecido, com hipóteses e variáveis definidas pelo estudioso. Ela visa enumerar e medir eventos de forma objetiva e precisa.

Como o estudo, também, possui abordagem explicativa, que consoante Severino (2017), a pesquisa explicativa analisa os fenômenos estudados, identifica suas causas por meio de métodos matemáticos ou métodos qualitativos, por isso que esse estudo possui uma pluralidade de abordagens.

### 2.2. Coleta de dados

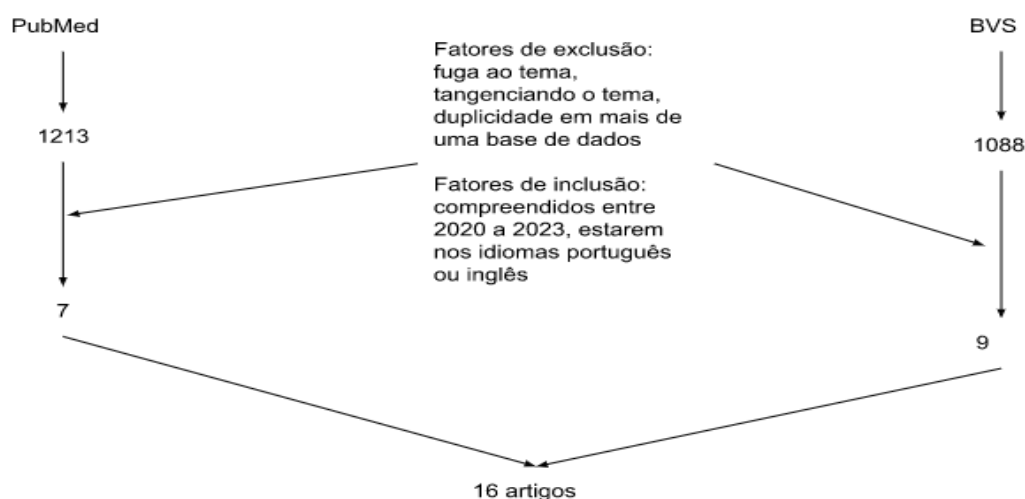
Foram realizadas buscas no *PubMed* e na Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) utilizando para isso as seguintes palavras chaves: “Burnout”, “Profissionais da Saúde”, “COVID-19”, devidamente consultadas no Descritores em Ciências da Saúde, usando os operadores AND e OR. Sendo que no PubMed foram combinados do modo a seguir, Burnout or Profissionais da Saúde and COVID-19, já na BVS, foram combinados burnout and pandemia COVID-19.

Como fatores de inclusão, foram incluídas publicações disponíveis dentre os anos de 2020 a 2023. Já como fatores de exclusão, apresentam-se os artigos que apresentaram fuga ao tema, tangenciam o estudo abordado ou estão fora do período adotado para estudo.

### 3. RESULTADOS

Ao inserir os descritores, foram encontrados 2301 artigos, sendo 1213 no *PubMed* e 1088 na BVS, de modo que, ao usar os critérios de inclusão e exclusão, citados nos métodos, foram filtrados 16 artigos para discutir acerca do objetivo proposto, de forma que 7 são do *PubMed* e 9 são da BVS, conforme representa o fluxograma 1, a seguir.

**Fluxograma 1 – Seleção dos artigos usados para discussão.**



Fonte: Autoria Própria

Assim, os artigos estão dispostos nas tabelas seguintes, de acordo com o título, ano, e autores.

**Tabela 1 – Artigos filtrados na base de dados da PubMed**

<b>Autores</b>	<b>Título</b>	<b>Ano</b>
APPIANI, F.J. <i>et al.</i>	Prevalence of stress, burnout syndrome, anxiety and depression among physicians of a teaching hospital during the COVID-19 pandemic	2021
DENNING, M. <i>et al.</i>	Determinants of burnout and other aspects of psychological well-being in healthcare workers during the Covid-19 pandemic: A multinational cross-sectional study.	2021

LASALVIA, A. <i>et al.</i>	The Sustained Psychological Impact of the COVID-19 Pandemic on Health Care Workers One Year after the Outbreak-A Repeated Cross-Sectional Survey in a Tertiary Hospital of North-East Italy.	2021
TAN, B. Y. Q. <i>et al.</i>	Burnout and Associated Factors Among Health Care Workers in Singapore During the COVID-19 Pandemic.	2020
TEO, I. <i>et al.</i>	Healthcare worker stress, anxiety and burnout during the COVID-19 pandemic in Singapore: A 6-month multi-centre prospective study.	2021
SHREFFLER, J. <i>et al.</i>	The Impact of COVID-19 on Healthcare Worker Wellness: A Scoping Review	2020
CHU, W. M. <i>et al.</i>	Risk Factors Surrounding an Increase in Burnout and Depression Among Health Care Professionals in Taiwan During the COVID-19 Pandemic	2023

Fonte: Autoria Própria

Tabela 2 - Artigos filtrados na base de dados da BVS

<b>Autores</b>	<b>Título</b>	<b>Ano</b>
PERNICIOTTI, P. <i>et al.</i>	Síndrome de Burnout nos profissionais de saúde: atualização sobre definições, fatores de risco e estratégias de prevenção.	2020
SOLMS, L. <i>et al.</i>	Physician exhaustion and work engagement during the COVID-19 pandemic: A longitudinal survey into the role of resources and support interventions.	2023
AYASLIER, A. A. <i>et al.</i>	Burnout in primary healthcare physicians and nurses in Turkey during COVID-19 pandemic.	2023
MENALDI, S.L. <i>et al.</i>	Burnout and coping strategies among resident physicians at an Indonesian tertiary referral hospital during COVID-19 pandemic.	2023
NISHIZAKI, Y. <i>et al.</i>	Relationship between COVID-19 care and burnout among postgraduate clinical residents in	2023



	Japan: a nationwide cross-sectional study.	
LIU Y. <i>et al.</i>	Burnout and post-traumatic stress disorder symptoms among medical staff two years after the COVID-19 pandemic in Wuhan, China: Social support and resilience as mediators.	2023
MÜLLER M. M., <i>et al.</i>	Burnout among hospital staff during the COVID-19 pandemic: Longitudinal results from the international Cope-Corona survey study.	2023
KÜÇÜKALI, H. <i>et al.</i>	Comparison of the burnout among medical residents before and during the pandemic.	2023
LIN, H. <i>et al.</i>	Burn-out, emotional labour and psychological resilience among gastroenterology nurses during COVID-19: a cross-sectional study.	2022

Fonte: Autoria Própria

Dos artigos selecionados, todos atribuem à causa da síndrome de *Burnout* a sobrecarga de trabalho, sobretudo em plantões noturnos, a falta de experiência no atendimento aos pacientes com COVID-19, a escassez de equipamentos de proteção individual, o que levou a alta exaustão emocional (EE), despersonalização (DP) e baixa realização pessoal (PA).

#### 4. DISCUSSÃO

Dentre os fatores propulsores da Síndrome de Burnout, os estudos de Denning *et al.* (2021), Lasalvia *et al.* (2021) e Tan *et al.* (2020) mostraram que quem é do sexo feminino, tem especialidade cirúrgica e tem mais plantões noturnos enfrenta maior exaustão emocional. A despersonalização é maior entre os que passaram mais anos na residência, têm mais plantões noturnos ou plantão ambulatorial de COVID-19.

No estudo, 47,0% de todos os médicos residentes não tinham experiência no atendimento de pacientes com COVID-19. O grupo mais experiente representou apenas 7,9% do total de participantes. Foi encontrada uma associação positiva entre o número de cuidadores de pacientes com COVID-19 e burnout. Além disso, a escassez de equipamentos de proteção individual foi identificada como um dos principais contribuintes para o burnout, numa razão de prevalência de 1,60.

Em outro estudo de pesquisa de campo, participaram 388 residentes. A alta exaustão emocional (EE), despersonalização (DP) e baixa realização pessoal (PA) foram encontradas em

15,5%, 5,2% e 39,2%, respectivamente.

Dentre os participantes, 55,7% eram enfermeiros, com idade média de 34-42 anos, que também apresentaram níveis de burnout em termos de EE. Nos estudos de Solms *et al.* (2023), Ayaslier *et al.* (2023) e Menaldi *et al.* (2023), os médicos de família apresentaram níveis mais elevados de baixa PA e DP, enquanto níveis mais elevados de EE foram significativamente associados à distribuição desigual da carga de trabalho e problemas de comunicação dentro do Núcleo de Saúde da Família para médicos, distribuição desigual de equipamentos de proteção individual (EPI), falta de valorização por pacientes ou colegas e restrições ao trabalho. A falta de valorização e a restrição dos direitos estiveram associadas ao aumento dos escores de DP em ambos os grupos.

Para Teo *et al.*, (2021) e Shreffler *et al.*, (2020) a carga de trabalho foi associada à exaustão. Todos os recursos do trabalho, bem como os recursos pessoais, capital psicológico e autojulgamento foram associados ao engajamento no trabalho. O controle do trabalho e o capital psicológico atenuaram a relação carga de trabalho-exaustão, enquanto o feedback positivo e o apoio dos colegas a fortaleceram.

Dois mil e dezenove participantes responderam ao questionário durante 2 anos consecutivos de outro estudo, incluindo 132 médicos visitantes, 105 médicos residentes, 1371 enfermeiros e 411 técnicos médicos. Perniciotti *et al.*, (2020), Liu *et al.*, (2023) e Kuçikali *et al.*, (2023) apontam que insônia, horas diárias de trabalho > 8 e estresse devido à carga de trabalho foram todos considerados fatores de risco para um aumento nos níveis de depressão, enquanto insônia, falta de exercícios e estresse devido à carga de trabalho foram todos considerados fatores de risco para um aumento no nível de burnout pessoal. Ser um membro da equipe de enfermagem, uma idade mais jovem, insônia e falta de exercício foram fatores de risco para um aumento nos níveis de burnout relacionados ao trabalho.

A maioria da amostra consistia em profissionais de saúde do sexo feminino (81%) e enfermeiros (60%). Usando modelos de regressão logística de interceptação aleatória, estresse percebido elevado, ansiedade e esgotamento no trabalho foram relatados por 33%, 13% e 24% da amostra geral no início do estudo, respectivamente. A proporção de profissionais de saúde relatando estresse e desgaste no trabalho aumentou aproximadamente 1,0% e 1,2%, respectivamente, por mês. A ansiedade não aumentou significativamente. Trabalhar longas horas foi associado a maiores chances, enquanto trabalho em equipe e sentir-se apreciado no trabalho foram associados a menores chances de estresse, ansiedade e esgotamento profissional (SOLMS *et al.*, 2023).

## 5. CONCLUSÃO

O estudo permitiu constatar que a maior parte dos profissionais afetados por SB durante a pandemia do COVID-19 são do sexo feminino e enfermeiros. As principais causas são: sobrecarga de trabalho, sobretudo em plantões noturnos, a falta de experiência no atendimento aos pacientes com COVID-19, a escassez de equipamentos de proteção individual, o que levou a alta exaustão emocional (EE), despersonalização (DP) e baixa realização pessoal (PA) são as mais evidentes. Portanto, a identificação dessas variantes é de suma importância para o diagnóstico e intervenção precoce. É evidente, os efeitos negativos da SB na qualidade de vida dos profissionais da saúde e de suas consequências nos cuidados prestados aos pacientes destes indivíduos. Esta condição dificulta a relação médico-paciente, gera frustrações profissionais e distanciamento do paciente em relação ao profissional de saúde. Dessa forma, é notório a necessidade de pesquisas científicas que possam gerar discussões, no âmbito social, na tentativa de fornecer intervenções voltadas para esse grupo de profissionais, com o intuito de reduzir os níveis de estresse ocupacional, aumentar a autoestima, incentivar o autocuidado e construir um ambiente de trabalho saudável, já que o trabalho em equipe e sentir-se apreciado no trabalho foram associados a menores chances de estresse, ansiedade e esgotamento profissional.

## REFERÊNCIAS

APPIANI, F.J., *et al.* Prevalence of stress, burnout syndrome, anxiety and depression among physicians of a teaching hospital during the COVID-19 pandemic. **Arch Argent Pediatr.** 2021 Oct;119(5):317-324. English, Spanish. Disponível em:< <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34569739/>>. Acesso em: 03 de fev. de 2023.

AYASLIER, A. A., *et al.* Burnout in primary healthcare physicians and nurses in Turkey during COVID-19 pandemic. **Primary Health Care Research & Development.** 2023. Vol. 24, p. e4. Disponível em:< <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/mdl-36617850>>. Acesso em: 06 de fev. de 2023.

CHU, W. M., *et al.* Risk Factors Surrounding an Increase in Burnout and Depression Among Health Care Professionals in Taiwan During the COVID-19 Pandemic. **J Am Med Dir Assoc.** 2023 Feb;24(2):164-170.e3. Disponível em:< <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36592937/>>. Acesso em:<06 de fev. de 2023.

DENNING, M., *et al.* Determinants of burnout and other aspects of psychological well-being in healthcare workers during the Covid-19 pandemic: A multinational cross-sectional study. **PLoS One.** 2021 Apr 16;16(4):e0238666. Disponível em:< <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33861739/>>. Acesso em: 06 de fev. de 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. São Paulo : Atlas, 2017.

KÜÇÜKALI, H. *et al.* Comparison of the burnout among medical residents before and during the pandemic. *J Psychosom Res*. 2023;165:111118. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9758755/>>. Acesso em: 06 de fev. de 2023.

LASALVIA, A., *et al.* The Sustained Psychological Impact of the COVID-19 Pandemic on Health Care Workers One Year after the Outbreak-A Repeated Cross-Sectional Survey in a Tertiary Hospital of North-East Italy. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Dec 19;18(24):13374. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34948981/>>. Acesso em: 06 de fev. de 2023.

LIN, H. *et al.* Burn-out, emotional labour and psychological resilience among gastroenterology nurses during COVID-19: a cross-sectional study. *BMJ Open*. 2022;12(12):e064909. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9808751/>>. Acesso em: 06 de fev. de 2023.

LIU Y., *et al.* Burnout and post-traumatic stress disorder symptoms among medical staff two years after the COVID-19 pandemic in Wuhan, China: Social support and resilience as mediators. *J Affect Disord*. 2023;321:126-133. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9585849/>>. Acesso em: 06 de fev. de 2023.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica** : 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2017.

MARIANO, A. M., *et al.* Revisão da Literatura: Apresentação de uma Abordagem Integradora. **AEDEM International Conference** Reggio di Calabria (Italy) 2017. Disponível em: <[https://aprender.ead.unb.br/pluginfile.php/585844/mod\\_resource/content/1/TEMAC.pdf](https://aprender.ead.unb.br/pluginfile.php/585844/mod_resource/content/1/TEMAC.pdf)>. Acesso em: 20 de jan. de 2023.

MENALDI, S.L., *et al.* Burnout and coping strategies among resident physicians at an Indonesian tertiary referral hospital during COVID-19 pandemic. *PLoS One*. 2023;18(1):e0280313. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9858322/>>. Acesso em: 07 de fev. de 2023.

MÜLLER M. M., *et al.* Burnout among hospital staff during the COVID-19 pandemic: Longitudinal results from the international Cope-Corona survey study. *J Psychosom Res*. 2023;164:111102. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9677553/>>. Acesso em: 06 de fev. de 2023.

NISHIZAKI, Y., *et al.* Relationship between COVID-19 care and burnout among postgraduate clinical residents in Japan: a nationwide cross-sectional study. *BMJ Open*. 2023;13(1):e066348. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9842597/>>. Acesso em: 07 de fev. de 2023.

PERNICIOTTI, P., *et al.* Síndrome de Burnout nos profissionais de saúde: atualização sobre definições, fatores de risco e estratégias de prevenção. *Rev. SBPH*, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 35-52, jun. 2020. Disponível em <[http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-08582020000100005&lng=pt&nrm=iso](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-08582020000100005&lng=pt&nrm=iso)>. acessos em 03 fev. 2023.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 24 ed. São Paulo: Cortez 2017.

SHREFFLER, J., *et al.* The Impact of COVID-19 on Healthcare Worker Wellness: A Scoping Review. *West J Emerg Med*. 2020 Aug 17;21(5):1059-1066. doi: 10.5811/westjem.2020.7.48684. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32970555/>>. Acesso em: 06 de fev. de 2023.

SOLMS, L., *et al.* Physician exhaustion and work engagement during the COVID-19 pandemic: A longitudinal survey into the role of resources and support interventions. **PLoS One** . 2023;18(2):e0277489. Disponível em:< <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9891506/>>. Acesso em: 06 de fev. de 2023.

TAN, B. Y. Q., *et al.* Burnout and Associated Factors Among Health Care Workers in Singapore During the COVID-19 Pandemic. **J Am Med Dir Assoc.** 2020 dez;21(12):1751-1758.e5. Disponível em:< <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33256955/>>. Acesso em: 06 de fev. de 2023.

TEO, I., *et al.* Healthcare worker stress, anxiety and burnout during the COVID-19 pandemic in Singapore: A 6-month multi-centre prospective study. **PLoS One.** 2021 Oct 22;16(10):e0258866. Disponível em:< <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34679110/>>. Acesso em: 06 de fev. de 2023.



# ESTUDOS AVANÇADOS INTERDISCIPLINARES

VOLUME 20

Robson Antonio Tavares Costa  
Estélio Silva Barbosa  
Alaan Ubaiara Brito  
Fernando Sluchensci dos Santos  
(Organizadores)

Prezados(as) leitores(as),

É com muita satisfação que apresentamos o vigésimo volume da Coleção intitulada “ESTUDOS AVANÇADOS INTERDISCIPLINARES”, que reúne em seus capítulos pesquisadores de diversas instituições com discussões e temáticas que circundam uma gama de possibilidades de pesquisas e de relações dialógicas que certamente podem ser relevantes para o desenvolvimento social brasileiro a partir de uma ótica que contempla as mais vastas questões da sociedade. Tal obra visa dar publicidade a estudos e pesquisas frutos de árduos trabalhos acadêmicos que decerto contribuem, cada um a seu modo, para o aprofundamento de discussões em suas respectivas áreas pois são pesquisas germinadas, frutificadas e colhidas de temas atuais que estão sendo debatidos nas principais universidades nacionais e que refletem o interesse de pesquisadores no desenvolvimento social e científico que possam impactar positivamente a qualidade de vida de homens e de mulheres.

Assim sendo, convidamos todos os leitores para exercitar diálogos com os estudos aqui contemplados, esperamos que os textos publicados contribuam para a formação intelectual e a reflexão crítica dos alunos, professores e demais leitores. Desejamos ressaltar, em nome de todos que compõem a Editora Enterprising, a nossa gratidão para com os pesquisadores cujos trabalhos aparecem aqui reunidos, que diante da dedicação, temos a oportunidade de nos debruçar acerca de assuntos atuais e pertinentes. Sejam bem-vindos e tenham proveitosas leituras!



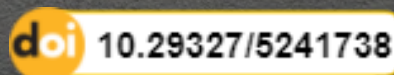
**Editora Enterprising**

www.editoraenterprising.net

E-mail: [contacto@editoraenterprising.net](mailto:contacto@editoraenterprising.net)

+55 61 98229-0750

CNPJ: 40.035.746/0001-55



ISBN 978-65-84546-41-7



9 786584 546417 >