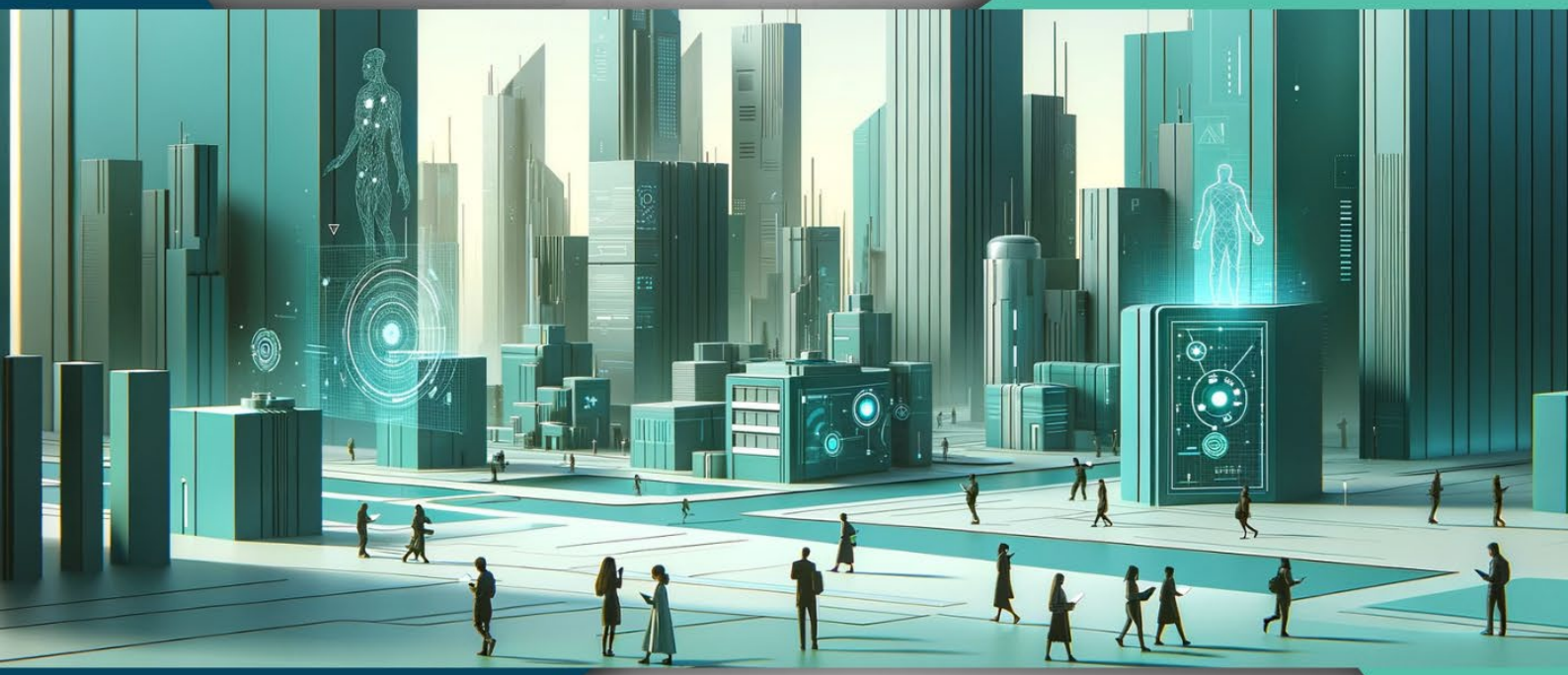
Science, Society and Emerging Technologies

v 2 n. 1 january/june 2024



Higor Brito
organizer

AMPLLA
EDITORA

Science, Society and Emerging Technologies

v 2 n. 1 january/june 2024

Higor Brito
organizer

AMPLLA
EDITORA

Copyright © Amplla Editora
Copyright of Text © The Authors
Editor-in-Chief: Leonardo Tavares
Cover Design: Amplla Editora
Layout: Amplla Editora
Proofreading: The authors

V.2 n.1 – January/June 2024
Edited: July 2024.
Published: August 2024.

Science, Society and Emerging Technologies is licensed under CC BY-NC 4.0.

This publication is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0), which permits sharing, copying, redistributing, remixing, transforming, and building upon the material for any non-commercial purpose as long as appropriate credit is given. This license does not suggest any endorsement by the licensor for your use of the work. In addition to the CC BY-NC 4.0 License, all rights of this edition have been granted to Amplla Editora. The content of this publication may be used and shared in accordance with the terms of the Creative Commons license and as specified by the rights granted by Amplla Editora, ensuring that this work remains accessible and beneficial to a wide audience. This summary does not substitute for the full license.

ISBN: 978-65-5381-180-5
DOI: 10.51859/amplla.sset.2124-0
ISSN: 2965-8586

Amplla Editora
234 Aprigio Veloso, Room 102, 58429170
Campina Grande – PB – Brasil
contato@ampllaeditora.com.br
www.ampllaeditora.com.br
2024

EDITORIAL COMMITTEE

Alexander Josef Sá Tobias da Costa – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Andréa Cátia Leal Badaró – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Andréia Monique Lermen – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Antoniele Silvana de Melo Souza – Universidade Estadual do Ceará

Aryane de Azevedo Pinheiro – Universidade Federal do Ceará

Bergson Rodrigo Siqueira de Melo – Universidade Estadual do Ceará

Bruna Beatriz da Rocha – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Bruno Ferreira – Universidade Federal da Bahia

Caio Augusto Martins Aires – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Caio César Costa Santos – Universidade Federal de Sergipe

Carina Alexandra Rondini – Universidade Estadual Paulista

Carla Caroline Alves Carvalho – Universidade Federal de Campina Grande

Carlos Augusto Trojaner – Prefeitura de Venâncio Aires

Carolina Carbonell Demori – Universidade Federal de Pelotas

Cícero Batista do Nascimento Filho – Universidade Federal do Ceará

Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Dandara Scarlet Sousa Gomes Bacelar – Universidade Federal do Piauí

Daniela de Freitas Lima – Universidade Federal de Campina Grande

Darlei Gutierrez Dantas Bernardo Oliveira – Universidade Estadual da Paraíba

Denilson Paulo Souza dos Santos – Universidade Estadual Paulista

Denise Barguil Nepomuceno – Universidade Federal de Minas Gerais

Dinara das Graças Carvalho Costa – Universidade Estadual da Paraíba

Diogo Lopes de Oliveira – Universidade Federal de Campina Grande

Dylan Ávila Alves – Instituto Federal Goiano

Edson Lourenço da Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí

Elane da Silva Barbosa – Universidade Estadual do Ceará

Érica Rios de Carvalho – Universidade Católica do Salvador

Fernanda Beatriz Pereira Cavalcanti – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Fredson Pereira da Silva – Universidade Estadual do Ceará

Gabriel Gomes de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas

Gilberto de Melo Junior – Instituto Federal do Pará

Givanildo de Oliveira Santos – Instituto Brasileiro de Educação e Cultura

Higor Costa de Brito – Universidade Federal de Campina Grande

Hugo José Coelho Corrêa de Azevedo – Fundação Oswaldo Cruz

Isabel Fontgalland – Universidade Federal de Campina Grande

Isane Vera Karsburg – Universidade do Estado de Mato Grosso

Israel Gondres Torné – Universidade do Estado do Amazonas

Ivo Batista Conde – Universidade Estadual do Ceará

Jaqueline Rocha Borges dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Jessica Wanderley Souza do Nascimento – Instituto de Especialização do Amazonas

João Henriques de Sousa Júnior – Universidade Federal de Santa Catarina

João Manoel Da Silva – Universidade Federal de Alagoas

João Vitor Andrade – Universidade de São Paulo

Joilson Silva de Sousa – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

José Cândido Rodrigues Neto – Universidade Estadual da Paraíba

Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Josenita Luiz da Silva – Faculdade Frassinetti do Recife

Josiney Farias de Araújo – Universidade Federal do Pará

Karina de Araújo Dias – SME/Prefeitura Municipal de Florianópolis

Katia Fernanda Alves Moreira – Universidade Federal de Rondônia

Laís Portugal Rios da Costa Pereira – Universidade Federal de São Carlos

Laíze Lantyer Luz – Universidade Católica do Salvador

Lindon Johnson Pontes Portela – Universidade Federal do Oeste do Pará

Lisiane Silva das Neves – Universidade Federal do Rio Grande

Lucas Araújo Ferreira – Universidade Federal do Pará

Lucas Capita Quarto – Universidade Federal do Oeste do Pará

Lúcia Magnólia Albuquerque Soares de Camargo – Unifacisa Centro Universitário

Luciana de Jesus Botelho Sodré dos Santos – Universidade Estadual do Maranhão

Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Luiza Catarina Sobreira de Souza – Faculdade de Ciências Humanas do Sertão Central

Manoel Mariano Neto da Silva – Universidade Federal de Campina Grande

Marcelo Alves Pereira Eufrasio – Centro Universitário Unifacisa

Marcelo Williams Oliveira de Souza – Universidade Federal do Pará

Marcos Pereira dos Santos – Faculdade Rachel de Queiroz

Marcus Vinicius Peralva Santos – Universidade Federal da Bahia

Maria Carolina da Silva Costa – Universidade Federal do Piauí

Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas

Marina Magalhães de Morais – Universidade Federal do Amazonas

Mário Cézar de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Michele Antunes – Universidade Feevale

Michele Aparecida Cerqueira Rodrigues – Logos University International

Milena Roberta Freire da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Nadja Maria Mourão – Universidade do Estado de Minas Gerais

Natan Galves Santana – Universidade Paranaense

Nathalia Bezerra da Silva Ferreira – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Neide Kazue Sakugawa Shinohara – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Neudson Johnson Martinho – Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Mato Grosso

Patrícia Appelt – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Paula Milena Melo Casais – Universidade Federal da Bahia

Paulo Henrique Matos de Jesus – Universidade Federal do Maranhão

Rafael Rodrigues Gomides – Faculdade de Quatro Marcos

Reângela Cíntia Rodrigues de Oliveira Lima – Universidade Federal do Ceará

Rebeca Freitas Ivanicska – Universidade Federal de Lavras

Renan Gustavo Pacheco Soares – Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns

Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília

Ricardo Leoni Gonçalves Bastos – Universidade Federal do Ceará

Rodrigo da Rosa Pereira – Universidade Federal do Rio Grande

Rubia Katia Azevedo Montenegro – Universidade Estadual Vale do Acaraú

Sabrynna Brito Oliveira – Universidade Federal de Minas Gerais

Samuel Miranda Mattos – Universidade Estadual do Ceará

Selma Maria da Silva Andrade – Universidade Norte do Paraná

Shirley Santos Nascimento – Universidade Estadual Do Sudoeste Da Bahia

Silvana Carloto Andres – Universidade Federal de Santa Maria

Silvio de Almeida Junior – Universidade de Franca

Tatiana Paschoalette R. Bachur – Universidade Estadual do Ceará | Centro Universitário Christus

Telma Regina Stroparo – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Thayla Amorim Santino – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Thiago Sebastião Reis Contarato – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Tiago Silveira Machado – Universidade de Pernambuco

Virgínia Maia de Araújo Oliveira – Instituto Federal da Paraíba

Virginia Tomaz Machado – Faculdade Santa Maria de Cajazeiras

Walmir Fernandes Pereira – Miami University of Science and Technology

Wanessa Dunga de Assis – Universidade Federal de Campina Grande

Wellington Alves Silva – Universidade Estadual de Roraima

William Roslindo Paranhos – Universidade Federal de Santa Catarina

Yáscara Maia Araújo de Brito – Universidade Federal de Campina Grande

Yasmin da Silva Santos – Fundação Oswaldo Cruz

Yuciara Barbosa Costa Ferreira – Universidade Federal de Campina Grande

Copyright © Amplla Editora
Copyright of Text © The Authors
Editor-in-Chief: Leonardo Tavares
Cover Design: Amplla Editora
Layout: Amplla Editora
Proofreading: The authors

International Cataloguing in Publication Data (ICP)

Science, society and emerging technologies [e-book] /
organizer Higor Brito . — Campina Grande : Amplla Editora, 2024.
294 p.

Format: PDF
ISBN: 978-65-5381-180-5.
ISSN: 2965-8586.

1. Science and technology - Research. 2. Science and society. I. Brito, Higor. II. Title.

CDD-500

Indexes for systematic catalog

1. Science and technology : Research 500

PREFACE

This Volume 2, Issue 1 of the book "**Science, Society and Emerging Technologies**" brings together a collection of chapters that span a wide range of research topics, reflecting the intersection of science, technology, and society. The contributions in this volume underscore the importance of interdisciplinary approaches to addressing contemporary challenges and exploring new opportunities across various fields of knowledge.

The chapters cover topics ranging from advancements in biomedicine, such as the study of Leigh syndrome mouse models and therapies for Alzheimer's disease, to innovative strategies in education, including techniques to enhance mathematics learning in students with Autism Spectrum Disorder. Additionally, advancements in communication technologies are discussed, such as manufacturing techniques for RFID antennas and enhancements in printed monopoles for ultra-wideband applications.

In the realm of sustainability and innovation, this volume includes a review of polymeric composites in civil construction and the potential for obtaining biomolecules from fish processing waste in the Amazon. Issues of management and quality of work life are explored, as well as the role of school management in diversity and the dynamics of social movements.

Other chapters present literary and cultural analyses, highlighting the representation of patriarchy and satirical poetics, along with bibliographic reviews on the phytochemical and biological activity of medicinal plants. Research on adhesion and resistance of dental materials is also addressed, as well as the use of workflows in the management of physiotherapy services.

This volume thus offers a comprehensive view of emerging research that seeks to connect technological and scientific advancements with social and environmental impacts, providing enriching reading for researchers, academics, and professionals interested in the intersections of science, technology, and society.

Higor C. Brito

CHAPTER LIST

1	CHARACTERISTICS AND MOLECULAR MECHANISMS OF A LEIGH SYNDROME MOUSE MODEL: AN APPROACH TO STUDY INTERVENTIONS IN MITOCHONDRIAL AND NEURODEGENERATIVE DISEASES	**8**
2	INNOVATIVE STRATEGIES TO ENHANCE MATHEMATICS LEARNING IN STUDENTS WITH AUTISM SPECTRUM DISORDER	**20**
3	ADVANCES IN MANUFACTURING TECHNIQUES FOR UHF RFID ANTENNAS	**33**
4	THE ROLE OF SCHOOL MANAGEMENT IN DIVERSITY MANAGEMENT IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS	**49**
5	NON-PHARMACOLOGICAL AND MITOCHONDRIAL THERAPIES FOR ALZHEIMER'S DISEASE: THE GAP AMONG ANIMAL AND PATIENTS' STUDIES	**62**
6	POSSIBILITIES FOR OBTAINING BIOMOLECULES FROM FISH PROCESSING WASTE IN AMAZONAS/BRAZIL	**72**
7	CURRENT ADHESIVE SYSTEMS AND ADHESION CHALLENGES: CURRENT EVIDENCE SYNTHESIS	**88**
8	PERMEABLE CONCRETES: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS USING VOSVIEWER SOFTWARE	**100**
9	BIOLOGICAL AND PHYTOCHEMICAL ACTIVITY OF MARMELEIRO (CROTON BLANCHETIANUS BAILL): A REVIEW	**113**
10	COMPOSITE BOND RESISTANCE TO DENTIN AFTER TREATMENT WITH SILVER DIAMINO FLUORIDE: A SYSTEMATIC REVIEW	**128**
11	THE REPRESENTATION OF PATRIARCHY IN THE SMALLEST WOMAN IN THE WORLD, BY CLARICE LISPECTOR	**140**
12	THE SATIRICAL POETICS OF BOCA DO INFERNO IN THE CHARACTER OF SOCIAL COMPLAINT	**150**
13	BACURIZEIRO (PLATONIA INSIGNIS MART.), PHYTOCHEMICAL PROFILE AND THERAPEUTIC AND MEDICINAL USES: A BIBLIOGRAPHICAL REVIEW	**165**
14	QUALITY OF WORK LIFE: A REVIEW ON ASSESSMENT MODELS	**180**
15	THE CHALLENGES AND POTENTIAL OF COLLECTIVE ACTION IN SOCIAL MOVEMENTS: AN ANALYSIS IN THE LIGHT OF MANCUR OLSON	**195**
16	BETWEEN FEAR AND AMBIGUITY: AN ANALYSIS OF 'DROENHA' BY JOÃO GUIMARÃES ROSA	**218**
17	INNOVATION AND SUSTAINABILITY: A REVIEW ON POLYMERIC COMPOSITES IN CIVIL CONSTRUCTION	**231**
18	WORKFLOWS AS A TECHNOLOGICAL TOOL IN THE MANAGEMENT OF PHYSIOTHERAPY SERVICES PROCESSES: INTEGRATIVE REVIEW	**247**
19	BANDWIDTH ENHANCEMENT TECHNIQUES IN PRINTED MONOPOLES FOR ULTRA-WIDEBAND APPLICATIONS IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEMS	**260**
20	EXPLORING NEW PERSPECTIVES: CANNABIDIOL AS A COMPLEMENTARY THERAPY IN THE TREATMENT OF AUTISM SPECTRUM DISORDER	**278**

CHAPTER I

CHARACTERISTICS AND MOLECULAR MECHANISMS OF A LEIGH SYNDROME MOUSE MODEL: AN APPROACH TO STUDY INTERVENTIONS IN MITOCHONDRIAL AND NEURODEGENERATIVE DISEASES

CARACTERÍSTICAS E MECANISMOS MOLECULARES DE UM MODELO ANIMAL DE LEIGH SÍNDROME: UMA ABORDAGEM PARA ESTUDAR INTERVENÇÕES EM DOENÇAS MITOCONDRIAIS E NEURODEGENERATIVAS

DOI: 10.51859/amplla.sset.2124-1

Ricardo Augusto Leoni De Sousa [1]

[1] 1Physical Education Department, Federal University of the Valleys of Jequitinhonha and Mucuri (UFVJM), Neuroscience and Exercise Study Group, Diamantina, MG, Brazil. ORCID 0000-0003-2622-032X.

ABSTRACT

Nicotinamide adenine dinucleotide (NAD) hydrogen (NADH) dehydrogenase (ubiquinone) Fe-S protein 4 (Ndufs4) is an essential subunit of mitochondrial complex I (MCI) electron transport chain. Mutation of this gene in humans is associated with the development of Leigh syndrome. In Ndufs4 knockout (KO) mice, a rodent model that mimics human Leigh syndrome, it has been shown that MCI deficiency can induce the reduction of NAD+ levels and NAD+ redox imbalance. However, partial inhibition of complex I can also be benefic in some mitochondrial and neurodegenerative diseases, through pharmacological and non-pharmacological approaches, such as physical exercise and nutrition. Here, we review studies that targeted the Ndufs4KO mice as a model to study possible interventions in mitochondrial and neurodegenerative diseases. We also show some of the cellular and molecular mechanisms involved in the MCI dysfunction and suggest possible targets using this mouse model that could lead to the development of new therapies to individuals with mitochondrial and neurodegenerative diseases.

Keywords: Mitochondria. Mutation. Health. Physical Exercise. Nutrition.

RESUMO

Nicotinamida adenina dinucleotídeo (NAD) hidrogênio (NADH) desidrogenase (ubiquinona) proteína Fe-S 4 (Ndufs4) é uma subunidade essencial da cadeia de transporte de elétrons do complexo mitocondrial I (MCI). A mutação deste gene em humanos está associada ao desenvolvimento da síndrome de Leigh. Em camundongos knockout para Ndufs4 (KO), um modelo de roedor que imita a síndrome de Leigh humana, foi demonstrado que a deficiência de MCI pode induzir níveis limitados de NAD+ e desequilíbrio redox de NAD+. Contudo, também um inibidor parcial do complexo I pode ser benéfico em algumas doenças mitocondriais e neurodegenerativas, através de abordagens farmacológicas e não farmacológicas, como exercício físico e nutrição. Aqui, revisamos estudos que tiveram como alvo camundongos Ndufs4KO como modelo para estudar intervenções potenciais em doenças mitocondriais e neurodegenerativas. Também mostramos alguns dos mecanismos celulares e moleculares envolvidos no mau funcionamento do MCI e sugerimos possíveis alvos utilizando este modelo de camundongo que poderia levar ao desenvolvimento de novas terapias para indivíduos com doenças mitocondriais e neurodegenerativas.

Palavras-chave: Mitocôndria. Mutação. Saúde. Exercício Físico. Nutrição.

1 INTRODUÇÃO

Nicotinamide adenine dinucleotide (NAD) hydrogen (NADH) dehydrogenase (ubiquinone) Fe-S protein 4 (Ndufs4) is considered to be one of the most important subunits of mitochondrial complex I (MCI) electron transport chain and its mutation when occurs in humansis associated with the development of Leigh syndrome (Shil et al., 2021). It has been shown that mutation in the Ndufs4 gene is able to abolish cAMP-dependent phosphorylation in patient with neurological fatal syndrome (Papa et al., 2001). The cellular, molecular and physiological consequences of such mutations are not entirely understood. Nevertheless, many different pathological conditions can emerge from these mutations, such as poor feeding, weight loss, elevated liquor lactate, muscle weakness, cardiovascular alterations, metabolic and respiratory problems (Finsterer & Zarrouk-Mahjoub, 2017). These characteristics of MCI are related to a vast number of different clinical disorders of energy metabolism of which Leigh syndrome is the most commonly diagnosed(Ugalde et al., 2004).

Leigh syndrome is a type of a progressive mitochondrial encephalomyopathy disease, which presents neurological disturbances, metabolic dysfunction and premature death, which together will contribute to memory deficits and changes in behavior(Lee et al., 2019). The mitochondrial dysfunction that occurs in this disease contributes to a vast number of health problems, such as neurological degeneration (Johnson et al., 2013). The most common treatment for Leigh's disease is thiamine because it would help to maintain the pyruvate dehydrogenase complex in its active form, which can’t stop the progression of the disease or allow to the patients to have a normal life(Hommes et al., 1973). There are studies that evaluated the survival rate in Leigh syndrome, but they do not have a common sense and present ranges that flow from 20% to 39% of survival by the age of 20 years (Sofou et al., 2014).

In Ndufs4 knockout (KO) mice, a rodent model that mimics human Leigh syndrome, the death occurs around sixty days of life (P60) (Ferrari et al., 2017). It has been shown that MCI deficiency can induce the reduction of NAD+ levels and NAD+ redox imbalance (Lee et al., 2019). The Leigh syndrome is known as a subacute necrotizing encephalomyelopathy and it is the most common type of mitochondrial disease in infants(de Haas et al., 2016). The dysfunction of MCI in mice leads to failure to thrive, growth retardation, ataxia (unsteady gait, and abnormal body posture when suspended by the tail), hypotonia, optic atrophy, breathing problems, heart failure,

increased lactate levels in several areas of the brain, neuronal disturbances, and an extremely significant diminished life span resembling those patients with MCI disease (Gospe et al., 2019; Kagawa et al., 2020; Schleifer et al., 2019; Zhang et al., 2019). Thus, the Ndufs4KO mice closely mimics the aspects of the human disease (Johnson et al., 2021).

Due to the difficulty of performing cellular and molecular studies in human brain and the need of developing new research on this field (De Sousa, 2021), studies using animal models are an useful tool to investigate and suggest possible targets to avoid or inhibit MCI dysfunction. Here, we review the usage of different substances and methods of treating mitochondrial and neurodegenerative diseases through the usage of the Ndufs4KO model and the possibilities of translating these findings to applicable interventions in humans.

2 NDUFS4 MOUSE MODEL MAIN FEATURES

Definitely, the remarkable characteristic of Ndufs4KO mice is a reduction in the capacity of respiration at the cellular level (Ito et al., 2017; M. Wang et al., 2017). For example, even a partial absence of MCI is capable to sensitize the myocardium generating reactive oxygen species (ROS) that might influence respiration (Kuksal et al., 2018). These respiratory problems due to MCI dysfunction can be seen in different tissues, such as lungs (Schleifer et al., 2019), skeletal muscle (Alam et al., 2015), heart (Zhang et al., 2019), and brain (Piroli et al., 2016). Interestingly, the respiratory capacity is progressively worsen at synaptic connections(Kayser et al., 2016). A few different approaches have been tested to improve mitochondrial and neurodegenerative diseases, such as the usage of anesthetics(Ramadasan-Nair et al., 2017), medicines (Emmerzaal et al., 2020), and other substances (Ho, 2017; Woods et al., 2021).

Neurological symptoms and differences in the body weight start to become apparent at P35 (Kayser et al., 2016). Major retinal ganglion cell functional loss occurs at P32, retinal ganglion cell loss at P42, and preceding this loss there is the loss of starburst amacrine cells, reduced post-synaptic activity and significant reduction in bipolar cells(Song et al., 2017; Yu et al., 2015). Neurological lesions (retinal cell loss and optic atrophy, increased lipid peroxidation and lactate levels, reduced dopamine levels, and pre-synaptic changes) (De Haas et al., 2017; Ingraham, Christopher A. et al., 2010; Kim et al., 2015; Shil et al., 2021; L. Wang et al., 2020; Yu et al., 2017), neurological symptoms (muscle weakness, balance loss and locomotor impairment,

seizures, cognitive decline, changes in behavior, and vision loss) (Emmerzaal et al., 2020; McElroy et al., 2020), and weight loss (Jain et al., 2020) are present in 100% of the animals at P52 (Johnson et al., 2021). Ndufs4KO mice usually live until P60 (Silva-Pinheiro et al., 2020). However, there are a few articles showing survival curves ending at P55 or P65 (Di Meo et al., 2017; Johnson et al., 2015). Altered mitochondrial oxidative phosphorylation is obviously reported at all periods of life (Ito et al., 2017; Miller et al., 2021) (**Figure 1**).

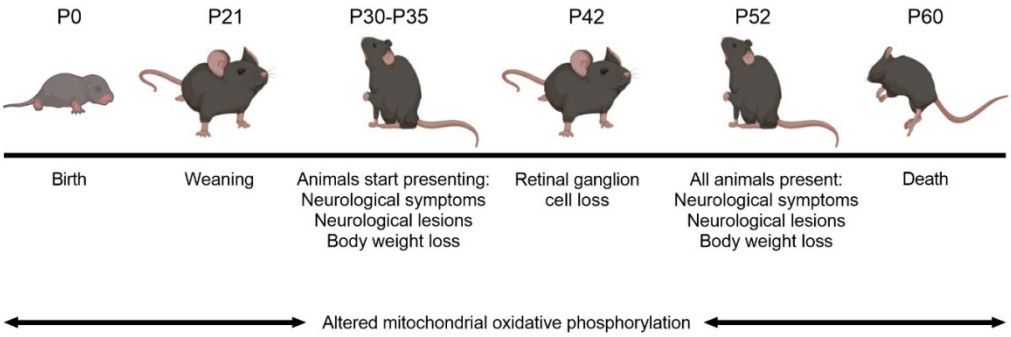


Figure 1. Timeline of the main characteristics developed during life by Ndufs4KO mice.

The animals start presenting neurological symptoms, neurological lesions and body weight loss that may be significant from P30 to P35. Ndufs4KO mice present significant differences to wild-type or control mice regarding neurological symptoms, neurological lesions and body weigh at P52 with death usually happening around P60.

3 THE USAGE OF ANESTHETICS AND MEDICINES IN THE NDUFS4KO MOUSE

The mechanisms that might lead to changes in synaptic function are not completely understood (Zimin et al., 2018). A recent study made by Woods et al. evaluated if synaptic or neuronal function could be hypersensitive to isoflurane when using spinal cord slices extracted from Ndufs4KO mice (Woods et al., 2021). It was found that non-cholinergic neurons regulated the increased holding current sensitivity. Isoflurane increased potassium current in ventral horn neurons at a diminished concentration when compared to controls. Intringuily, the presynaptic channels were not hypersensitive to isoflurane. Therefore, it was suggested thatisoflurane sensitivity, mitochondria, and postsynaptic channel activity are related.

Another recent study showed that isoflurane can disrupt excitatory neurotransmitter dynamics via inhibition of MCI in the hippocampus *cornuammonis* 1 (CA1) region (Zimin et al., 2018) and this sensitivity to volatile anesthetics might be

related to glutamatergic neurotransmission (Zimin et al., 2016). It has been reported significant differences between the electrocorticography of Ndufs4KO and control mice at equipotent doses for volatile anesthetics and ketamine, which was previously described as resistant to KO at MCI (Carspecken et al., 2018). It seems that the inhibitory effects of isoflurane and other anesthetics on mitochondria plays a crucial role for disrupting the maintenance of consciousness through thalamo cortical circuit (Ramadasan-Nair et al., 2017).

An interesting way to enhance the levels of these proteins is through non-pharmacological therapies like physical exercise and dietary interventions, which have been provided great information about possible molecular mechanisms that can be targeted to attenuate mitochondrial dysfunction and the development of neurodegenerative diseases.

4 THE POSSIBILITIES OF NON-PHARMACOLOGICAL INTERVENTIONS IN THE NDUFS4KO MOUSE

A recent study showed that mitochondrial SIRT3 mediates adaptive responses of neurons to physical exercise, and also plays a fundamental role in adaptive responses of neurons to exercise and resistance to degeneration(Cheng et al., 2016). It has been suggested that NAD+ precursor is capable to modulate post-ischemic mitochondrial fragmentation and the productions of ROS via SIRT3 dependent mechanisms (Klimova et al., 2019). SIRT1 is also enhanced through the regular practice of physical exercise and contributes to the production of peroxisome proliferator-activated receptor-gamma co-activator 1 alpha (PGC-1α) (Casuso et al., 2014). Thus, we believe that SIRT1 and SIRT3 play crucial roles in the MCI stability via enhancing neuroprotection mechanisms through the activation and/or enhancement of PGC-1α/ FNDC5/Irisin pathway, which is only activated by physical exercise (De Sousa, Rocha-Dias, et al., 2021).Higher activation of PGC-1α/ FNDC5/Irisin pathway also contributes to the enhancement of cAMPK-PKA-CREB pathway, an essential mechanism to avoid cognitive decline and dementia, and to the improvement of brain-derived neuro factor (BDNF), which is associated to the reduction of ROS and memory improvement (De Sousa, Improta-caria, et al., 2021). Physical exercise lead also to the improvement in PI3K pathway (De Sousa, 2018).

Another possible non-pharmacological interventions that has been shown to be effective fighting neurodegenerative diseases and mitochondrial diseases are caloric

restriction (Dias et al., 2020) and intermittent fasting (Liu et al., 2019). Caloric restriction has shown to improve cardiovascular mechanisms (Melo et al., 2016), and one of the main hallmarks among the caloric restriction effects is the reduction of oxidative damage and modulation of mitochondrial activity (Picca et al., 2017). Intringuily, caloric restriction has shown to increase the reward-related and mood behaviors (Q. Wang et al., 2021). Therefore, these non-pharmacological and pharmacological interventions shall improve mitochondrial functioning in Ndufs4KO mice through several molecular and cellular mechanisms (**Figure 2**).

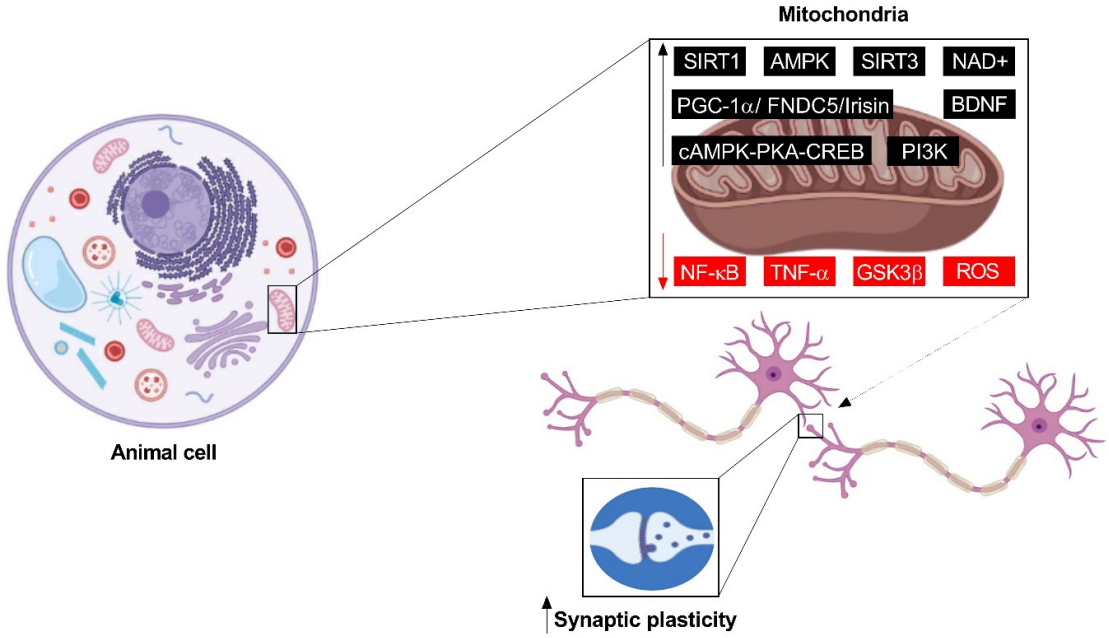


Figure 2. Molecular mitochondrial mechanisms influence synaptic plasticity in Ndufs4KO mice.

Improvement in mitochondrial function occurs mainly mediated by the enhancement of SIRT1, AMPK, SIRT3, NAD+, BDNF, with simultaneous greater activation of different signaling pathways like PGC-1α/ FNDC5/Irisin, cAMPK-PKA-CREB and PI3K in different animal cells (neurons, muscle cells, etc). The better mitochondrial functioning also inhibits the activation of NF-κB, TNF-α, GSK3β, and ROS. Changes on these molecular mechanisms will favor greater synaptic plasticity with better functioning of pre- and post-synaptic activities. These molecular and cellular mechanisms together can effectively fight mitochondrial and neurodegenerative diseases.

5 CONCLUSIONS

Mutations in the Ndufs4 gene can lead to respiratory problems, an abnormal feeding, significant weight loss, higher lactate levels, muscle weakness, changes in the metabolism and in the cardiovascular system. The usage of Ndufs4KO mice is a reasonable approach to evaluate mitochondrial dysfunction and to target different mechanisms that could enhance the life span of these animals giving them a better quality of life. These new discoveries could lead to the development of new therapies that could improve not only the life span, but also the quality of life of individuals with mitochondrial and neurodegenerative diseases, especially in Leigh Syndrome.

REFERENCES

Alam, M. T., Manjeri, G. R., Rodenburg, R. J., Smeitink, J. A. M., Notebaart, R. A., Huynen, M., Willems, P. H. G. M., & Koopman, W. J. H. (2015). Skeletal muscle mitochondria of NDUFS4-/- mice display normal maximal pyruvate oxidation and ATP production. *Biochimica et Biophysica Acta - Bioenergetics*, *1847*(6–7), 526–533. https://doi.org/10.1016/j.bbabio.2015.02.006

Carspecken, C. W., Chanprasert, S., Kalume, F., Sedensky, M. M., & Morgan, P. G. (2018). Anesthetics have different effects on the electrocorticographic spectra of wildtype and mitochondrial mutant mice. *Anesthesiology*, *129*(4), 744–755. https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002368.Anesthetics

Casuso, R. A., Martínez-López, E. J., Hita-Contreras, F., Camiletti-Moiron, D., Martínez-Romero, R., Cañuelo, A., & Martínez-Amat, A. (2014). The combination of oral quercetin supplementation and exercise prevents brain mitochondrial biogenesis. *Genes & Nutrition*, *9*(5), 420. https://doi.org/10.1007/s12263-014-0420-8

Cheng, A., Yang, Y., Zhou, Y., Maharana, C., Lu, D., Peng, W., Liu, Y., Wan, R., Marosi, K., Misiak, M., Bohr, V. A., & Mattson, M. P. (2016). Mitochondrial SIRT3 Mediates Adaptive Responses of Neurons to Exercise, and Metabolic and Excitatory Challenges. *Cell Metabolism*, *23*(1), 128–142. https://doi.org/10.1016/j.cmet.2015.10.013.Mitochondrial

De Haas, R., Das, D., Garanto, A., Renkema, H. G., Greupink, R., Van Den Broek, P., Pertijs, J., Collin, R. W. J., Willems, P., Beyrath, J., Heerschap, A., Russel, F. G., & Smeitink, J. A. (2017). Therapeutic effects of the mitochondrial ROS-redox modulator KH176 in a mammalian model of Leigh Disease. *Scientific Reports*, *7*(1), 1–11. https://doi.org/10.1038/s41598-017-09417-5

de Haas, R., Russel, F. G., & Smeitink, J. A. (2016). Gait analysis in a mouse model resembling Leigh disease. *Behavioural Brain Research*, *296*, 191–198. https://doi.org/10.1016/j.bbr.2015.09.006

De Sousa, R. A. L. (2018). Brief report of the effects of the aerobic , resistance , and high-intensity interval training in type 2 diabetes mellitus individuals Diabetes

mellitus. *International Journal of Diabetes in Developing Countries*, *38*(2), 138–145. https://doi.org/10.1007/s13410-017-0582-1

De Sousa, R. A. L. (2021). Animal models of gestational diabetes : characteristics and consequences to the brain and behavior of the offspring. *Metabolic Brain Disease*, 2014–2019.

De Sousa, R. A. L., Improta-caria, A. C., Aras-júnior, R., Oliveira, E. M. De, Soci, Ú. P. R., & Cassilhas, R. C. (2021). Physical exercise effects on the brain during COVID-19 pandemic : links between mental and cardiovascular health. *Neurological Sciences*, *42*(4), 1325–1334.

De Sousa, R. A. L., Rocha-Dias, I., de Oliveira, L. R. S., Improta-Caria, A. C., Monteiro-Junior, R. S., & Cassilhas, R. C. (2021). Molecular mechanisms of physical exercise on depression in the elderly: a systematic review. *Molecular Biology Reports*, 1–10. https://doi.org/10.1007/s11033-021-06330-z

Di Meo, I., Marchet, S., Lamperti, C., Zeviani, M., & Viscomi, C. (2017). AAV9-based gene therapy partially ameliorates the clinical phenotype of a mouse model of Leigh syndrome. *Gene Therapy*, *24*(10), 661–667. https://doi.org/10.1038/gt.2017.53

Dias, I. R., Santos, C. de S., Magalhães, C. O. D. e., de Oliveira, L. R. S., Peixoto, M. F. D., De Sousa, R. A. L., & Cassilhas, R. C. (2020). Does calorie restriction improve cognition? *IBRO Reports*, *9*(May), 37–45. https://doi.org/10.1016/j.ibror.2020.05.001

Emmerzaal, T. L., Preston, G., Geenen, B., Verweij, V., Wiesmann, M., Vasileiou, E., Grüter, F., de Groot, C., Schoorl, J., de Veer, R., Roelofs, M., Arts, M., Hendriksen, Y., Klimars, E., Donti, T. R., Graham, B. H., Morava, E., Rodenburg, R. J., & Kozicz, T. (2020). Impaired mitochondrial complex I function as a candidate driver in the biological stress response and a concomitant stress-induced brain metabolic reprogramming in male mice. *Translational Psychiatry*, *10*(1), 1–13. https://doi.org/10.1038/s41398-020-0858-y

Ferrari, M., Jain, I. H., Goldberger, O., Rezoagli, E., Thoonen, R., Chen, K. H., Sosnovik, D. E., Scherrer-Crosbie, M., Mootha, V. K., & Zapol, W. M. (2017). Hypoxia treatment reverses neurodegenerative disease in a mouse model of Leigh syndrome. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *114*(21), E4241–E4250. https://doi.org/10.1073/pnas.1621511114

Finsterer, J., & Zarrouk-Mahjoub, S. (2017). NDUFS4-related Leigh syndrome in Hutterites. *American Journal of Medical Genetics, Part A*, *173*(5), 1450–1451. https://doi.org/10.1002/ajmg.a.38225

Gospe, S. M., Travis, A. M., Kolesnikov, A. V., Klingeborn, M., Wang, L., Kefalov, V. J., & Arshavsky, V. Y. (2019). Photoreceptors in a mouse model of Leigh syndrome are capable of normal light-evoked signaling. *Journal of Biological Chemistry*, *294*(33), 12432–12443. https://doi.org/10.1074/jbc.RA119.007945

Ho, M. S. (2017). Neuroglial Crosstalk by Mitochondria. *Neuroscience Bulletin*, *33*, 111–112.

Hommes, F. A., Berger, R., & Luit-De haan, G. (1973). The effect of thiamine treatment on the activity of pyruvate dehydrogenase: Relation to the treatment of leigh's encephalomyelopathy. *Pediatric Research*, *7*(7), 616–619. https://doi.org/10.1203/00006450-197307000-00003

Ingraham, Christopher A., L. S. B., Skalska, J., Brookes, P. S., Howell, R. L., Sheu, S.-S., & Pinkert, C. A. (2010). NDUFS4: Creation of a Mouse Model Mimicking a Complex I Disorder. *Mitochondrion*, *9*(3), 204–210. https://doi.org/10.1016/j.mito.2009.02.001.NDUFS4

Ito, T. K., Lu, C., Khan, J., Nguyen, Q., Huang, H. Z., Kim, D., Phillips, J., Tan, J., Lee, Y., Nguyen, T., Khessib, S., Lim, N., Mekvanich, S., Oh, J., Pineda, V. V., Wang, W., Bitto, A., An, J. Y., Morton, J. F., … Kaeberlein, M. (2017). Hepatic S6K1 partially regulates lifespan of mice with mitochondrial complex I deficiency. *Frontiers in Genetics*, *8*(SEP), 1–8. https://doi.org/10.3389/fgene.2017.00113

Jain, I. H., Zazzeron, L., Goldberger, O., Marutani, E., Gregory, R., Schoonjans, L., Carmeliet, P., Galkin, A., Ichinose, F., Zapol, W. M., & Mootha, V. K. (2020). Leigh Syndrome Mouse Model Can Be Rescued by Interventions that Normalize Brain Hyperoxia, but Not HIF Activation. *Cell Metabolism*, *30*(4), 824–832. https://doi.org/10.1016/j.cmet.2019.07.006.Leigh

Johnson, S. C., Kayser, E., Bornstein, R., Bitto, A., Park, K. Y., Pan, A., Sun, G., Kaeberlein, M., Sedensky, M. M., & Morgan, P. G. (2021). Regional metabolic signatures in the Ndufs4(KO) mouse brain implicate defective glutamate/α-ketoglutarate metabolism in mitochondrial disease. *Molecular Genetics and Metabolism*, *130*(2), 1–32. https://doi.org/10.1016/j.ymgme.2020.03.007.Regional

Johnson, S. C., Yanos, M. E., Bitto, A., Castanza, A., Gagnidze, A., Gonzalez, B., Gupta, K., Hui, J., Jarvie, C., Johnson, B. M., Letexier, N., McCanta, L., Sangesland, M., Tamis, O., Uhde, L., Den Ende, A. Van, Rabinovitch, P. S., Suh, Y., & Kaeberlein, M. (2015). Dose-dependent effects of mTOR inhibition on weight and mitochondrial disease in mice. *Frontiers in Genetics*, *6*(JUL), 1–8. https://doi.org/10.3389/fgene.2015.00247

Johnson, S. C., Yanos, M. E., Kayser, E.-B., Quintana, A., Sangesland, M., Castanza, A., Uhde, L., Hui, J., Wall, V. Z., Gagnidze, A., Óh, K., Wasko, B. M., Ramos, F. J., Palmiter, R. D., Rabinovitch, P. S., Morgan, P. G., Sedensky, M. M., & Kaeberlein, M. (2013). mTOR Inhibition Alleviates Mitochondrial Disease in a Mouse Model of Leigh Syndrome. *Science*, *342*(December), 1524–1529.

Kagawa, Y., Umaru, B. A., Shil, S. K., Hayasaka, K., Zama, R., Kobayashi, Y., Miyazaki, H., Kobayashi, S., Suzuki, C., Katori, Y., Abe, T., & Owada, Y. (2020). Mitochondrial dysfunction in GnRH neurons impaired GnRH production.

Biochemical and Biophysical Research Communications, *530*(1), 329–335. https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2020.07.090

Kayser, E. B., Sedensky, M. M., & Morgan, P. G. (2016). Region-specific defects of respiratory capacities in the Ndufs4(KO) mouse brain. *PLoS ONE*, *11*(1), 1–18. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148219

Kim, H.-W., Choi, W.-S., Sorscher, N., Park, H. J., Tronche, F., Palmiter, R. D., & Xia, Z. (2015). Genetic reduction of mitochondrial complex I function does not lead to loss of dopamine neurons in vivo. *Physiology & Behavior*, *36*(9), 2617–2627. https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2015.05.008.Genetic

Klimova, N., Long, A., & Kristian, T. (2019). Nicotinamide mononucleotide alters mitochondrial dynamics by SIRT3-dependent mechanism in male mice. *Journal of Neuroscience Research*, *97*(8), 975–990. https://doi.org/10.1002/jnr.24397

Kuksal, N., Gardiner, D., Qi, D., & Mailloux, R. J. (2018). Partial loss of complex I due to NDUFS4 deficiency augments myocardial reperfusion damage by increasing mitochondrial superoxide/hydrogen peroxide production. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, *498*(1), 214–220. https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2018.02.208

Lee, C. F., Caudal, A., Abell, L., Nagana Gowda, G. A., & Tian, R. (2019). Targeting NAD + Metabolism as Interventions for Mitochondrial Disease. *Scientific Reports*, *9*(1), 1–10. https://doi.org/10.1038/s41598-019-39419-4

Liu, Y., Cheng, A., Li, Y. J., Yang, Y., Kishimoto, Y., Zhang, S., Wang, Y., Wan, R., Raefsky, S. M., Lu, D., Saito, T., Saido, T., Zhu, J., Wu, L. J., & Mattson, M. P. (2019). SIRT3 mediates hippocampal synaptic adaptations to intermittent fasting and ameliorates deficits in APP mutant mice. *Nature Communications*, *10*(1). https://doi.org/10.1038/s41467-019-09897-1

McElroy, G. S., Reczek, C. R., Reyfman, P. A., Mithal, D. S., Horbinski, C. M., & Chandel, N. S. (2020). NAD+ Regeneration Rescues Lifespan, but Not Ataxia, in a Mouse Model of Brain Mitochondrial Complex I Dysfunction. *Cell Metabolism*, *32*(2), 301-308.e6. https://doi.org/10.1016/j.cmet.2020.06.003

Melo, D. S., Costa-Pereira, L. V., Santos, C. S., Mendes, B. F., Costa, K. B., Santos, C. F. F., Rocha-Vieira, E., Magalhães, F. C., Esteves, E. A., Ferreira, A. J., Guatimosim, S., & Dias-Peixoto, M. F. (2016). Severe calorie restriction reduces cardiometabolic risk factors and protects rat hearts from ischemia/reperfusion injury. *Frontiers in Physiology*, *7*(APR), 1–8. https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00106

Miller, H. C., Louw, R., Mereis, M., Venter, G., Boshoff, J. D., Mienie, L., van Reenen, M., Venter, M., Lindeque, J. Z., Domínguez-Martínez, A., Quintana, A., & van der Westhuizen, F. H. (2021). Metallothionein 1 Overexpression Does Not Protect Against Mitochondrial Disease Pathology in Ndufs4 Knockout Mice. *Molecular Neurobiology*, *58*(1), 243–262. https://doi.org/10.1007/s12035-020-02121-y

Papa, S., Scacco, S., Sardanelli, A. M., Vergari, R., Papa, F., Budde, S., Van den Heuvel, L., & Smeitink, J. (2001). Mutation in the NDUFS4 gene of complex I abolishes cAMP-dependent activation of the complex in a child with fatal neurological syndrome. *FEBS Letters*, *489*(2–3), 259–262. https://doi.org/10.1016/S0014-5793(00)02334-6

Picca, A., Pesce, V., & Lezza, A. M. S. (2017). Does eating less make you live longer and better? An update on calorie restriction. *Clinical Interventions in Aging*, *12*, 1887–1902. https://doi.org/10.2147/CIA.S126458

Piroli, G. G., Manuel, A. M., Clapper, A. C., Walla, M. D., Baatz, J. E., Palmiter, R. D., Quintana, A., & Frizzell, N. (2016). Succination is increased on select proteins in the brainstem of the NADH dehydrogenase (ubiquinone) Fe-S protein 4 (Ndufs4) Knockout Mouse, a Model of Leigh Syndrome. *Molecular and Cellular Proteomics*, *15*(2), 445–461. https://doi.org/10.1074/mcp.M115.051516

Ramadasan-Nair, R., Hui, J., Zimin, P. I., Itsara, L. S., Morgan, P. G., & Sedensky, M. M. (2017). Regional knockdown of NDUFS4 implicates a thalamocortical circuit mediating anesthetic sensitivity. *PLoS ONE*, *12*(11), 1–19. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188087

Schleifer, G., Marutani, E., Ferrari, M., Sharma, R., Skinner, O., Goldberger, O., Grange, R. M. H., Peneyra, K., Malhotra, R., Wepler, M., Ichinose, F., Bloch, D. B., Mootha, V. K., & Zapol, W. M. (2019). Impaired hypoxic pulmonary vasoconstriction in a mouse model of leigh syndrome. *American Journal of Physiology - Lung Cellular and Molecular Physiology*, *316*(2), L391–L399. https://doi.org/10.1152/ajplung.00419.2018

Shil, S. K., Kagawa, Y., Umaru, B. A., Nanto-Hara, F., Miyazaki, H., Yamamoto, Y., Kobayashi, S., Suzuki, C., Abe, T., & Owada, Y. (2021). Ndufs4 ablation decreases synaptophysin expression in hippocampus. *Scientific Reports*, *11*(1), 1–10. https://doi.org/10.1038/s41598-021-90127-4

Silva-Pinheiro, P., Cerutti, R., Luna-Sanchez, M., Zeviani, M., & Viscomi, C. (2020). A Single Intravenous Injection of AAV-PHP.B-hNDUFS4 Ameliorates the Phenotype of Ndufs4−/− Mice. *Molecular Therapy - Methods and Clinical Development*, *17*(June), 1071–1078. https://doi.org/10.1016/j.omtm.2020.04.026

Sofou, K., De Coo, I. F. M., Isohanni, P., Ostergaard, E., Naess, K., De Meirleir, L., Tzoulis, C., Uusimaa, J., De Angst, I. B., Lönnqvist, T., Pihko, H., Mankinen, K., Bindoff, L. A., Tulinius, M., & Darin, N. (2014). A multicenter study on Leigh syndrome: Disease course and predictors of survival. *Orphanet Journal of Rare Diseases*, *9*(52), 1–16. https://doi.org/10.1186/1750-1172-9-52

Song, L., Yu, A., Murray, K., & Cortopassi, G. (2017). Bipolar cell reduction precedes retinal ganglion neuron loss in a complex 1 knockout mouse model. *Brain Research*, *1657*, 232–244. https://doi.org/10.1016/j.brainres.2016.12.019

Ugalde, C., Janssen, R. J. R. J., van den Heuvel, L. P., Smeitink, J. A. M., & Nijtmans, L. G. J. (2004). Differences in assembly or stability of complex I and other mitochondrial OXPHOS complexes in inherited complex I deficiency. *Human Molecular Genetics*, *13*(6), 659–667. https://doi.org/10.1093/hmg/ddh071

Wang, L., Klingeborn, M., Travis, A. M., Hao, Y., Arshavsky, V. Y., & Gospe, S. M. (2020). Progressive optic atrophy in a retinal ganglion cell-specific mouse model of complex I deficiency. *Scientific Reports*, *10*(1), 1–13. https://doi.org/10.1038/s41598-020-73353-0

Wang, M., Huang, Y. P., Wu, H., Song, K., Wan, C., Chi, A. N., Xiao, Y. M., & Zhao, X. Y. (2017). Mitochondrial complex I deficiency leads to the retardation of early embryonic development in Ndufs4 knockout mice. *PeerJ*, *2017*(5), 1–13. https://doi.org/10.7717/peerj.3339

Wang, Q., Kong, Y., Lin, S., Wu, D.-Y., Hu, J., Huang, L., Zang, W.-S., Li, X.-W., Yang, J.-M., & Gao, T.-M. (2021). The ATP level in the mPFC mediates the antidepressant effect of calorie restriction. *Neuroscience Bulletin*, *37*, 1303–1313.

Woods, C. B., Spencer, K. A., Jung, S., Worstman, H. M., Ramirez, J.-M., Morgan, P. G., & Sedensky, M. M. (2021). Mitochondrial Function and Anesthetic Sensitivity in the Mouse Spinal Cord. *Anesthesiology*, *134*(6), 901–914.

Yu, A. K., Datta, S., McMackin, M. Z., & Cortopassi, G. A. (2017). Rescue of cell death and inflammation of a mouse model of complex 1-mediated vision loss by repurposed drug molecules. *Human Molecular Genetics*, *26*(24), 4929–4936. https://doi.org/10.1093/hmg/ddx373

Yu, A. K., Song, L., Murray, K. D., Van Der List, D., Sun, C., Shen, Y., Xia, Z., & Cortopassi, G. A. (2015). Mitochondrial complex I deficiency leads to inflammation and retinal ganglion cell death in the Ndufs4 mouse. *Human Molecular Genetics*, *24*(10), 2848–2860. https://doi.org/10.1093/hmg/ddv045

Zhang, H., Gong, G., Wang, P., Zhang, Z., Kolwicz, S. C., Rabinovitch, P. S., Tian, R., & Wang, W. (2019). Heart Specific Knockout of Ndufs4 Ameliorates Ischemia Reperfusion Injury Huiliang. *J Mol Cell Cardiol*, *123*, 38–45. https://doi.org/10.1016/j.yjmcc.2018.08.022.Heart

Zimin, P. I., Woods, C. B., Kayser, E. B., Ramirez, J. M., Morgan, P. G., & Sedensky, M. M. (2018). Isoflurane disrupts excitatory neurotransmitter dynamics via inhibition of mitochondrial complex I. *British Journal of Anaesthesia*, *120*(5), 1019–1032. https://doi.org/10.1016/j.bja.2018.01.036

Zimin, P. I., Woods, C. B., Quintana, A., Ramirez, J.-M., Morgan, P. G., & Sedensky, M. M. (2016). Glutamatergic neurotransmission links sensitivity to volatile anesthetics with mitochondrial function. *Current Biology*, *26*(16), 2194–2201. https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.06.020.Glutamatergic

CHAPTER II

INNOVATIVE STRATEGIES TO ENHANCE MATHEMATICS LEARNING IN STUDENTS WITH AUTISM SPECTRUM DISORDER

ESTRATÉGIAS INOVADORAS PARA APRIMORAR A APRENDIZAGEM MATEMÁTICA EM ALUNOS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

DOI: 10.51859/amplla.sset.2124-2

Kevin Cristian Paulino Freires [1]
Edinardo Aguiar do Nascimento [2]
Roberta Andrade Souza de Araújo [3]
Ticiane Antunes Perin [4]
Micheli Pires de Oliveira Meda [5]
Vanessa Aparecida Minetto [6]
Francisco Felipe Ramos Rodrigues Lima [7]
Sonia Maria dos Anjos [8]
Micael Campos da Silva [9]
Jullyana de Kácia Figueirôa da Silva [10]

[1] Mestrando em Educação. Universidad Europea del Atlántico – Uneatlático. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-4039-7298.
[2] Mestrando em Tecnologias Emergentes da Educação. Must University. Orcid: https://orcid.org/0009-0001-3486-8989.
[3] Especialista em Educação de Jovens e Adultos. Instituto Superior de Educação de Afonso Claúdio. Orcid: https://orcid.org/0009-0005-3332-2596.
[4] Mestranda em Educação. Universidad Europea del Atlántico – Uneatlático. Orcid: https://orcid.org/0009-0004-6283-1587.
[5] Mestranda em Educação. Universidad Europea del Atlántico – Uneatlático. Orcid: https://orcid.org/0009-0005-8110-7751.
[6] Mestranda em Educação. Universidad Europea del Atlántico – Uneatlático. Orcid: https://orcid.org/0009-0008-5765-794X.
[7] Mestre em Administração Pública. Universidade Federal Rural do Semi-árido - UFERSA. Orcid: https://orcid.org/0000-0002-9029-3980.
[8] Mestranda em Tecnologias Emergentes da Educação. Must University. Orcid: https://orcid.org/0009-0002-3274-8905.
[9] Mestrando em Tecnologias Emergentes da Educação. Must University. Orcid: https://orcid.org/0009-0006-1396-6738.
[10] Mestranda em Educação. Universidad Europea del Atlántico – Uneatlático. Orcid: https://orcid.org/0009-0003-0338-4986.

ABSTRACT

Autism spectrum disorder (ASD) presents specific challenges in the educational context, with mathematical learning being a frequently affected area. This study seeks to explore and develop innovative strategies that can improve the mathematics learning experience for students with ASD. The work aims to identify and evaluate innovative strategies aimed at improving mathematical learning in students with ASD. The aim is to offer valuable insights for educators and professionals involved in teaching mathematics to this audience, aiming to promote a more inclusive educational environment. To achieve this objective, literature reviews were carried out to identify the most promising strategies. Data collection allowed detailed analysis of the strategies implemented and their effectiveness in promoting mathematical learning in students with ASD. The results reveal that strategies such as the use of visual materials, adapted educational games, individualized approaches and the incorporation of assistive technologies showed a positive impact on the mathematical learning of students with ASD. Personalizing teaching, considering the specific needs of each student, emerged as a crucial component for the success of these strategies. It is concluded that the implementation of innovative strategies is essential to promote mathematical learning in students with ASD. The individualization of teaching, combined with the use of visual resources and adaptive technologies, represents an effective approach. This study contributes to the development of more inclusive

educational practices, emphasizing the importance of considering the individual characteristics of students with ASD to optimize their mathematical learning process.

Keywords: Learning. Strategies. Inclusion. Autism Spectrum Disorder.

RESUMO

O transtorno do espectro autista (TEA) apresenta desafios específicos no contexto educacional, sendo a aprendizagem matemática uma área frequentemente afetada. Este estudo busca explorar e desenvolver estratégias inovadoras que possam melhorar a experiência de aprendizagem matemática para alunos com TEA. O trabalho objetiva identificar e avaliar estratégias inovadoras destinadas a aprimorar a aprendizagem matemática em alunos com TEA. Procura-se oferecer insights valiosos para educadores e profissionais envolvidos no ensino de matemática a esse público, visando promover um ambiente educacional mais inclusivo. Para atingir esse objetivo, foram realizadas revisões bibliográficas para identificar as estratégias mais promissoras. A coleta de dados permitiu a análise detalhada das estratégias implementadas e sua eficácia na promoção da aprendizagem matemática em alunos com TEA. Os resultados revelam que estratégias como o uso de materiais visuais, jogos educativos adaptados, abordagens individualizadas e a incorporação de tecnologias assistivas mostraram impacto positivo na aprendizagem matemática de alunos com TEA. A personalização do ensino, considerando as necessidades específicas de cada aluno, emergiu como um componente crucial para o sucesso dessas estratégias. Conclui-se que a implementação de estratégias inovadoras é essencial para promover a aprendizagem matemática em alunos com TEA. A individualização do ensino, aliada ao uso de recursos visuais e tecnologias adaptativas, representa uma abordagem eficaz. Este estudo contribui para o desenvolvimento de práticas educacionais mais inclusivas, enfatizando a importância de considerar as características individuais dos alunos com TEA para otimizar seu processo de aprendizagem matemática.

Palavras-chave: Aprendizagem. Estratégias. Inclusão. Transtorno do Espectro Autista.

1 INTRODUÇÃO

As discussões apresentadas neste ensaio foram fruto das leituras de artigos e livros sobre Transtorno do Espectro Autista (TEA) e Ensino de Matemática, como AABOE (1984), Agripino-Ramos e Salomão (2014), Barbosa (2012), Bortolini (2022), Brandão (2022), Cintra e Cintra (2003), Coll Salvador *et al* (2000), De Sá Sousa (2022), Fiorentini e Lorenzato (2006), Freires (2022, 2023), Freires (2023), Palangana (2015), Piaget (1981), Rosa (1983), Silva (2020), Sousa (2020), Vasconcelos *et al* (2023), Vygotsky (1991, 1996), dentre outros.

Além disso, para a concretização, discussão-crítica e sugestões deste ensaio, deve-se pontuar que os encontros virtuais e trocas discursivas nos grupos virtuais de pesquisa do Grupo de Estudos História da Educação, História e Pedagogia Brasileira (GEHEPB) e Grupo de Estudos e Pesquisa em Matemática do Ceará (GEPEMAC) auxiliaram na finalização desta obra, onde trouxe a troca, discussão e crítica das

estratégias inovadoras para aprimorar a aprendizagem matemática em alunos com TEA.

Dessa forma, a evolução da educação matemática desde as civilizações antigas até a contemporaneidade reflete mudanças nas abordagens pedagógicas, métodos de ensino e na compreensão das necessidades de diversos grupos de aprendizes. Ao abordar criticamente este tema, pretende-se analisar como as pessoas com TEA foram historicamente incluídas ou excluídas desse processo, destacando os estigmas associados e os progressos alcançados. A análise crítica permitirá uma compreensão mais profunda das raízes históricas dos desafios enfrentados pelos alunos com TEA na aprendizagem matemática.

Consoante a isso, a justificativa para esta pesquisa reside na lacuna existente entre a necessidade crescente de estratégias educacionais inclusivas e a escassez de estudos que explorem de forma abrangente o ensino de matemática para alunos com TEA. Dada a heterogeneidade desse espectro e a importância da matemática em diversas áreas da vida, é imperativo compreender as melhores práticas para apoiar o desenvolvimento acadêmico e social desses alunos. A pesquisa busca preencher essa lacuna, contribuindo para práticas educacionais mais informadas e eficazes.

O objetivo principal deste texto é apresentar uma análise crítica das estratégias inovadoras desenvolvidas para aprimorar a aprendizagem matemática em alunos com TEA. Busca-se não apenas descrever essas estratégias, mas também avaliar sua eficácia, identificar desafios e oferecer *insights* para aprimorar ainda mais essas abordagens. Além disso, o texto pretende servir como um recurso prático para educadores, pais e profissionais envolvidos na educação de indivíduos com TEA.

A metodologia adotada para este trabalho é uma revisão bibliográfica abrangente, que incorpora estudos de caso, pesquisas qualitativas e revisões sistemáticas. A escolha desse método permite uma análise crítica e aprofundada das estratégias inovadoras existentes, oferecendo uma visão panorâmica das abordagens que têm demonstrado eficácia e das lacunas que ainda precisam ser abordadas.

O recorte teórico abrange teorias desde a antiguidade, como as contribuições de Pitágoras e Euclides, até teorias contemporâneas como as de Piaget e Vygotsky. Além disso, serão consideradas teorias mais recentes, incluindo abordagens neuroeducacionais e perspectivas de inclusão. A análise crítica dessas teorias proporcionará uma compreensão abrangente das bases teóricas que fundamentam as estratégias inovadoras de ensino de matemática para alunos com TEA.

Com isso, este ensaio está estruturado da seguinte forma: ‘Introdução’, que fornece uma visão geral da temática e apresenta os principais tópicos abordados no artigo, “Contextualização Histórica”, que explora como as práticas de ensino de matemática evoluíram ao longo das eras, destacando as mudanças nas percepções sociais sobre o TEA e seu impacto na educação matemática, “Desafios Atuais”, onde trará uma análise aprofundada dos desafios contemporâneos enfrentados pelos alunos com TEA na aprendizagem matemática, considerando fatores como estigmatização, acessibilidade e adaptação curricular.

Ainda, como tópicos de discussão para este ensaio, terá o de “Estratégias Inovadoras”, que traz uma discussão detalhada das estratégias emergentes, incluindo o uso de tecnologias assistivas, abordagens personalizadas e materiais visuais adaptados, com exemplos práticos e evidências de sua eficácia. Além disso, “Perspectivas Futuras”, onde traz uma reflexão sobre as oportunidades e desafios futuros, incluindo sugestões para pesquisas adicionais, desenvolvimento de políticas educacionais e colaborações interdisciplinares para promover uma educação matemática inclusiva e eficaz para alunos com TEA.

Por fim, terá as considerações finais, onde a seção de conclusão sintetizará as principais descobertas e *insights* obtidos ao longo do texto. Destacará a importância de abordagens inovadoras na educação matemática para alunos com TEA, resumindo as estratégias discutidas e enfatizando sua relevância prática. Ademais, a conclusão abordará possíveis direções para futuras pesquisas e desenvolvimentos, reforçando a necessidade contínua de adaptação e inovação no campo da educação inclusiva.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA: EVOLUÇÃO DAS PRÁTICAS DE ENSINO DE MATEMÁTICA EM RELAÇÃO AO TEA

A história da educação matemática é marcada por uma série de mudanças paradigmáticas que refletem não apenas avanços pedagógicos, mas também a evolução das percepções sociais sobre a diversidade de aprendizes. No contexto específico do TEA, a trajetória histórica revela um processo complexo de inclusão e exclusão, moldando as práticas educacionais ao longo das eras.

Desde os primórdios, as civilizações antigas fundamentaram o ensino da matemática em práticas tradicionais, frequentemente desconsiderando as necessidades individuais dos alunos. A compreensão limitada sobre o TEA nessas

épocas muitas vezes levava a estigmatização e isolamento dos indivíduos com essas características, resultando em uma exclusão sistemática dos ambientes educacionais.

Com o tempo, notáveis teóricos da educação, como Pestalozzi, Rousseau e Montessori, começaram a destacar a importância de métodos de ensino mais individualizados. No entanto, as percepções sociais sobre o TEA permaneciam inadequadas, prejudicando a implementação efetiva dessas abordagens inclusivas.

A virada do século XX testemunhou avanços significativos na compreensão do TEA, juntamente com uma conscientização crescente sobre a necessidade de adaptações educacionais. No entanto, as práticas de ensino de matemática ainda estavam longe de serem verdadeiramente inclusivas, muitas vezes limitadas por estigmas persistentes e falta de recursos especializados.

A partir das últimas décadas, com o reconhecimento formal do TEA e o movimento global em direção à inclusão, as práticas educacionais começaram a evoluir de maneira mais acentuada. A ênfase em estratégias pedagógicas personalizadas, o reconhecimento da diversidade de estilos de aprendizagem e o advento de tecnologias assistivas marcaram uma mudança paradigmática significativa.

Hoje, as práticas de ensino de matemática estão em um estágio de transformação contínua. A aceitação crescente da neurodiversidade e a implementação de estratégias inovadoras, como o uso de materiais visuais, tecnologias adaptativas e abordagens individualizadas, refletem uma abordagem mais inclusiva e holística. A contextualização histórica, portanto, destaca não apenas a evolução nas práticas de ensino, mas também as mudanças nas percepções sociais que influenciaram diretamente a educação matemática de alunos com TEA ao longo das eras.

3 DESAFIOS ATUAIS: BARREIRAS CONTEMPORÂNEAS NA APRENDIZAGEM MATEMÁTICA PARA ALUNOS COM TEA E OUTROS TRANSTORNOS

No cenário educacional contemporâneo, os alunos com TEA ainda enfrentam uma série de desafios significativos no processo de aprendizagem matemática. Esses desafios refletem não apenas as complexidades inerentes ao TEA, mas também fatores externos, incluindo a compreensão das necessidades especiais e o entendimento de demais transtornos atrelados ao TEA, estigmatização, falta de

acessibilidade, a necessidade de adaptação curricular e a compreensão das necessidades especiais.

Inicialmente, deve-se ressaltar que, os transtornos de aprendizagem são condições que afetam a forma como as pessoas adquirem, armazenam, processam, organizam e utilizam as informações. Esses transtornos podem impactar diversas áreas, incluindo a leitura, a escrita, a matemática e outras habilidades acadêmicas.

Dessa forma, a dislexia, por exemplo, é um transtorno de leitura caracterizado por dificuldades na decodificação de palavras. Em um contexto de aprendizagem matemática, indivíduos com dislexia podem ter dificuldades em compreender os problemas matemáticos escritos, confundir números ou operações e enfrentar desafios na memorização de fórmulas matemáticas. A discalculia, por sua vez, é um transtorno específico de aprendizagem que afeta a habilidade de compreender e manipular números. Isso pode se manifestar em dificuldades para entender conceitos matemáticos básicos, realizar cálculos ou compreender a relação entre números e símbolos matemáticos.

Outro transtorno, a disortografia, impacta a habilidade de escrever corretamente, podendo afetar a escrita de termos matemáticos e dificultar a expressão e compreensão dos problemas. Da mesma forma, a disgrafia, um transtorno de escrita, pode interferir na apresentação de respostas em papel, tornando a interpretação de soluções matemáticas mais desafiadora. Já o transtorno do processamento auditivo central, que afeta a interpretação de informações auditivas, pode resultar em dificuldades na compreensão de explicações verbais durante aulas de matemática ou na resolução de problemas que envolvem instruções orais.

Por fim, o transtorno do déficit de atenção com hiperatividade (TDAH), caracterizado por desatenção, hiperatividade e impulsividade, pode dificultar a manutenção do foco durante aulas de matemática, organização de tarefas e levar a erros por impulsividade.

Ainda, quando se trata da Síndrome de Down, uma condição genética causada pela presença de um cromossomo extra, as dificuldades em um contexto de aprendizagem matemática incluem desafios na compreensão abstrata de conceitos, na resolução de problemas complexos e na coordenação motora fina necessária para escrever e manipular objetos. Ainda, ressalta-se que indivíduos com Down ainda podem ser portadores de outros transtornos, como o TEA.

Consoante a isso, a estigmatização pode se manifestar de diversas formas, sendo um exemplo quando os colegas de classe não compreendem as características do aluno com TEA, o que resulta em atitudes de exclusão ou ridicularização. Este cenário cria um ambiente hostil no qual os alunos com TEA podem se sentir isolados e relutantes em participar das atividades matemáticas. Uma solução potencial para combater a estigmatização inclui a implementação de programas de sensibilização, *workshops* educacionais para colegas e iniciativas que promovam a aceitação da diversidade.

A acessibilidade para alunos com TEA muitas vezes é desafiadora devido à falta de consideração nas abordagens convencionais. Materiais didáticos tradicionais nem sempre levam em conta as preferências visuais ou as dificuldades sensoriais desses alunos, tornando diagramas complexos, por exemplo, obstáculos à compreensão. Uma solução potencial é a adaptação de materiais educacionais, incorporando recursos visuais claros, manipulativos táteis e tecnologias assistivas, como *softwares* educacionais interativos, para proporcionar um ambiente de aprendizado mais inclusivo.

A rigidez no currículo pode ser um obstáculo para os educadores que buscam ajustar suas abordagens de ensino para atender às necessidades específicas dos alunos com TEA. Isso pode resultar em um ensino que não está adaptado às capacidades e estilos de aprendizagem individuais. Uma solução potencial para esse desafio é a implementação de um modelo de ensino diferenciado, que permite ajustes no ritmo e no conteúdo, proporcionando uma adaptação mais eficaz às necessidades individuais dos alunos com TEA.

Dada a heterogeneidade dentro do espectro autista, é crucial reconhecer que estratégias eficazes para um aluno podem não ser igualmente benéficas para outro. Algumas crianças com TEA podem se beneficiar de abordagens visuais, enquanto outras podem preferir métodos mais verbais. Uma solução potencial envolve a implementação de abordagens individualizadas que levam em consideração as preferências e desafios específicos de cada aluno. Isso garante que as estratégias sejam adaptadas de maneira única, atendendo às necessidades individuais e promovendo um ambiente educacional mais inclusivo.

Com isso, em todos esses casos, é crucial reconhecer e abordar as dificuldades de aprendizagem com estratégias individualizadas, apoio especializado e adaptações

pedagógicas, proporcionando a cada aluno um ambiente inclusivo e estimulante para o desenvolvimento de suas habilidades acadêmicas.

4 ESTRATÉGIAS INOVADORAS: POTENCIALIZANDO A APRENDIZAGEM MATEMÁTICA EM ALUNOS COM TEA

Promover estratégias inovadoras é essencial para oferecer uma educação matemática mais eficaz e inclusiva aos alunos com TEA. Estas estratégias são projetadas para superar desafios específicos, buscando maximizar o potencial de aprendizagem desses estudantes. Isso pode incluir a utilização de materiais multissensoriais, como blocos e objetos manipuláveis, para tornar os conceitos matemáticos tangíveis. Além disso, a aplicação de tecnologias assistivas, como aplicativos e *softwares* educativos, oferece suporte visual e auditivo, facilitando a compreensão.

Ainda, ambientes estruturados e rotinas claras ajudam a reduzir a ansiedade, enquanto a personalização do ensino com base nos interesses individuais dos alunos, a aprendizagem colaborativa e o *feedback* construtivo contribuem para um ambiente de aprendizagem mais inclusivo. Estratégias de comunicação visual, jogos educativos e avaliação formativa são ferramentas adicionais que enriquecem o processo de ensino, proporcionando uma educação matemática mais acessível e envolvente para os alunos com TEA.

Dessa forma, uma abordagem inovadora envolve o uso de tecnologias assistivas adaptadas às necessidades individuais dos alunos com TEA. Aplicativos e *softwares* educacionais oferecem atividades interativas, jogos educativos e *feedback* personalizado, melhorando a autonomia e estimulando o aprendizado matemático. Um exemplo notável de tecnologias assistivas inclui o uso de aplicativos interativos, como o "*Prodigy Math Game*", que adapta o nível de dificuldade conforme o progresso do aluno, proporcionando uma experiência de aprendizado personalizada. Essas ferramentas oferecem atividades envolventes, jogos educativos e *feedback* imediato, contribuindo para o desenvolvimento das habilidades matemáticas.

Além disso, a implementação de abordagens personalizadas é crucial. Planos de Ensino Individualizados (PEI) consideram as preferências e necessidades específicas de cada aluno com TEA, adaptando métodos de ensino, definindo metas alcançáveis e utilizando reforços positivos. Autores, como Freires (2022, 2023), Coll Salvador *et al* (2000), dentre outros, indicam que essa personalização é fundamental

para melhorar a retenção de informações e a participação ativa na aprendizagem matemática.

O uso de materiais visuais adaptados é outra estratégia inovadora. Cartões, gráficos e diagramas são recursos visuais que representam conceitos matemáticos, facilitando a compreensão, a comunicação e a resolução de problemas para alunos com TEA, que muitas vezes têm preferência por aprendizagem visual. Por exemplo, o uso de ábacos coloridos ou gráficos visuais pode auxiliar na compreensão de conceitos matemáticos abstratos. Estudos como o de Freires (2023), mostram que essa abordagem promove uma compreensão mais profunda dos conceitos matemáticos, pois esses recursos visuais proporcionam uma representação tangível e clara dos números e operações, facilitando a assimilação de informações para alunos com e sem qualquer transtorno, bem como os alunos com TEA.

Finalmente, a criação de ambientes sensoriais adaptados é uma estratégia crucial, pois ao ajustar os ambientes de aprendizagem às sensibilidades sensoriais dos alunos com TEA, como a redução de estímulos sensoriais e a oferta de recursos táteis, os educadores podem reduzir o estresse e promover um foco mais efetivo nas atividades matemáticas. Ainda, a criação de ambientes sensoriais adaptados pode incluir a utilização de salas de aula com iluminação controlada e a disponibilização de objetos manipulativos, como blocos táteis. Esses ajustes são exemplificados no *Snoezelen Room*, um ambiente sensorial projetado para promover a calma e reduzir a sobrecarga sensorial, criando um espaço propício para o aprendizado matemático.

Essas estratégias inovadoras não apenas atendem aos desafios específicos enfrentados pelos alunos com TEA na aprendizagem matemática, mas também proporcionam um ambiente educacional mais inclusivo e estimulante. Integrando essas abordagens de maneira eficaz, educadores podem criar experiências de aprendizagem que capacitam e maximizam o potencial desses alunos.

5 PERSPECTIVAS FUTURAS: AVANÇANDO PARA UMA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA E EFICAZ PARA ALUNOS COM TEA

A busca por uma educação matemática inclusiva para alunos com TEA demanda uma reflexão sobre as perspectivas futuras, identificando oportunidades e desafios que moldarão o cenário educacional. Essa visão prospectiva visa não apenas superar as barreiras atuais, mas também pavimentar o caminho para práticas educacionais mais eficazes e inclusivas.

Dentro das oportunidades futuras, destaca-se a importância da colaboração interdisciplinar, integrando profissionais de diversas áreas, como professores de educação especial, psicólogos clínicos, terapeutas ocupacionais e fisioterapeutas, desenvolvedores de *softwares* educacionais, especialistas em acessibilidade tecnológica, pesquisadores em educação especial, fonoaudiólogos e especialistas em desenvolvimento de políticas públicas, para criarem abordagens mais holísticas e eficazes, como a criação de aplicativos educacionais adaptados, como o *Prodigy Math Game*.

Essas ferramentas proporcionam uma experiência personalizada, com atividades interativas que atendem às necessidades individuais dos alunos com TEA, promovendo a autonomia e o engajamento. Paralelamente, investir em pesquisas adicionais é crucial para aprimorar as melhores práticas na educação matemática para alunos com TEA, como a eficácia do uso de materiais visuais adaptados, que poderiam ser ábacos coloridos, na compreensão de conceitos matemáticos. Essas pesquisas podem fornecer *insights* valiosos para aprimorar abordagens e adaptar continuamente o ensino às necessidades em constante evolução dos alunos com TEA.

Por outro lado, os desafios a serem superados incluem o desenvolvimento de políticas educacionais que reconheçam e abordem as necessidades específicas dos alunos com TEA, bem como garantir acesso a recursos especializados para educadores, como formação continuada para educadores e materiais adaptados. Sugerir caminhos para a mudança envolve programas de capacitação para educadores, focados em estratégias de ensino inclusivo, e campanhas de conscientização na comunidade para reduzir o estigma e fortalecer a aceitação.

Ao abraçar essas perspectivas futuras, podemos avançar em direção a uma educação matemática que verdadeiramente atenda às necessidades dos alunos com TEA. O compromisso contínuo com a pesquisa, o desenvolvimento de políticas e a colaboração interdisciplinar abrirá portas para um futuro onde cada aluno, independentemente de suas características, tenha acesso a uma educação matemática eficaz e inclusiva.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

À medida que concluímos nossa análise sobre estratégias inovadoras para aprimorar a aprendizagem matemática em alunos com TEA, é inspirador reconhecer

o progresso significativo alcançado. A contextualização histórica nos levou por uma jornada que testemunhou a evolução das práticas de ensino de matemática em relação ao TEA, desde uma falta de compreensão até uma crescente conscientização sobre a importância da personalização do ensino.

Os desafios atuais, como a estigmatização e a falta de adaptação curricular, representam obstáculos complexos que demandam soluções inovadoras. Por exemplo, ao enfrentar a acessibilidade limitada, a aplicação de tecnologias assistivas como o aplicativo *DragonBox Numbers* tem mostrado sucesso, oferecendo uma abordagem personalizada para a aprendizagem matemática, adaptando-se às necessidades únicas de cada aluno com TEA.

As estratégias inovadoras exploradas, como abordagens personalizadas, também se traduzem em ações tangíveis. A implementação de planos educacionais individualizados (PEI) permite que educadores ajustem métodos de ensino, metas e reforços positivos, demonstrando como a adaptação às preferências de aprendizado pode impactar positivamente a participação e o desempenho dos alunos.

Ao olhar para o futuro, vislumbramos oportunidades emocionantes. A colaboração entre profissionais de saúde, educação e tecnologia abrirá portas para a criação de soluções ainda mais inovadoras. Por exemplo, a pesquisa contínua sobre a eficácia de métodos de ensino específicos, juntamente com o desenvolvimento de políticas educacionais inclusivas, promete criar um ambiente mais favorável para a aprendizagem matemática de alunos com TEA.

Em última análise, este trabalho sublinha a importância de um compromisso holístico e constante com a inovação. Cada exemplo citado destaca não apenas a eficácia das estratégias, mas também a necessidade de uma abordagem adaptativa e centrada no aluno. À medida que avançamos, acreditamos que a educação matemática inclusiva para alunos com TEA não é apenas uma aspiração, mas um compromisso contínuo com a capacitação e o desenvolvimento pleno de cada aluno, celebrando as diversas formas de aprender e prosperar.

REFERÊNCIAS

Aaboe, A.. (1984). **Episódios da história antiga da matemática**. coleção fundamentos da matemática elementar, SBM. Rio de Janeiro.

Agripino-Ramos, C. S., & Salomão, N. M. R.. (2014). Autismo e Síndrome de Down: concepções de profissionais de diferentes áreas. **Psicologia Em Estudo**, 19(1), 103–114.

Barbosa, J. L. M.. (2012). **Geometria Euclidiana Plana**. Coleção do professor de matemática, SBM. Rio de Janeiro.

Bortolini, T. R. .. (2022). **Os desafios enfrentados pelos professores no processo de inclusão e na aprendizagem de alunos com transtorno de espectro autista (TEA)**.

Brandão, D. N. ..(2022). ESTRATÉGIAS NEUROEDUCACIONAIS NO ENSINO DE MATEMÁTICA EM UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA DO ESTADO DE ALAGOAS. **Repositorio de Tesis y Trabajos Finales UAA**.

Cintra, C. A; Cintra, R. J. S.. (2003). **O Teorema de Pitágoras.** Editoração eletrônica (Latex).

Coll Salvador, C., *et al*.. (2000). **Psicologia do Ensino**. São Paulo: Artmed.

De Sá Sousa, F.. (2022). **Aprender e ensinar ativamente e intencionalmente em 1º e 2º ciclo do ensino básico: uma abordagem (neuro) educativa**. Tese de Doutorado. Escola Superior de Educacao de Paula Frassinetti (Portugal).

Fiorentini, D.; Lorenzato, S.. (2006). **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos.** Campinas, SP: Autores Associados.

Freires, K. C. P. “A ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL E O ENSINO LÚDICO A PARTIR DA MODELAGEM MATEMÁTICA”. *In*: SANTOS, M. P.; ALVES, C. R. B. (orgs.). **A Educação na Contemporaneidade: Desafios Pedagógicos e Tecnológicos.** Recife: Editora Amplla, 2023

Freires, K. C. P.. (2023). “Interdisciplinaridade entre a tecnologia e a educação: Uma breve análise acerca do laboratório de ensino da matemática e a aplicação do geogebra para a uxílio do processo de ensino-aprendizagem”. *In*: SANTOS, M. P.; ALVES, C. R. B. (orgs.). **A Educação na Contemporaneidade: Desafios Pedagógicos e Tecnológicos.** Recife: Editora Amplla.

Freires, K. C. P.. (2022). A ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL E O ENSINO LÚDICO A PARTIR DA MODELAGEM MATEMÁTICA. **Even3 Publicações**.

Palangana, I. C.. (2015). **Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vigotski: a relevância do social** . Summus Editorial.

PIAGET, J.. (1981). A teoria de Piaget. **Infância e aprendizagem** , v. 2, pág. 13-54.

Rosa, E.. (1983). **Revista do professor de matemática.** São Paulo, nº 2.

Silva, F. B.; Boncoski, I. F. M.. (2020). O processo de aprendizagem do aluno com TEA. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 66303-66313.

Sousa, D. D. O. (2020). **Discalculia: os desafios do ensino/aprendizagem de adolescente no contexto dessa problemática nos anos finais do ensino fundamental II.**

Vasconcelos, A. F., Freires, . K. C. P., Gomes, L. E. S., Carvalho, S. T. A., & Pontes, R. J. S.. (2023). IMPLICAÇÕES HISTÓRICO-SOCIAIS DO TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA . **Boletim De Conjuntura (BOCA)**, 15(43), 221–243.

Vygotsky, L. S.. (1991). **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores.** 4.ed. São Paulo: Martins Fontes.

Vygotsky, L. S.; Luria, A. R.. (1996). **Estudos sobre a história do comportamento: símios, homem primitivo e criança.** Porta Alegre: Artes Médicas.

CHAPTER III

ADVANCES IN MANUFACTURING TECHNIQUES FOR UHF RFID ANTENNAS

AVANÇOS EM TÉCNICAS DE FABRICAÇÃO DE ANTENAS UHF RFID

DOI: 10.51859/amplla.sset.2124-3

Juliana Borges Ferreira [1]
Alvaro Augusto Almeida Salles [2]
Giovani Bulla [3]

[1] Professor at Electrical Engineering Department. University Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. https://orcid.org/0000-0002-8618-989X.
[2] Adjunct professor at Electrical Engineering Department. University Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. https://orcid.org/0000-0002-4587-3134.
[3] Professor at Electrical Engineering Department. University Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. https://orcid.org/0000-0002-4513-5174.

ABSTRACT

Radio Frequency Identification (RFID) is a technology which can replace a bar code for various applications such as access control, logistics and security management. The RFID system in the Ultra High frequency (UHF) range has the advantage of communication at long distances between the RFID reader and the RFID tag, in addition to the ability to identify multiple tags. Therefore, the UHF RFID system is widely used to identify a wide variety of items and in large volumes, which requires a large number of tags. Consequently, the cost of tags for UHF RFID systems has become an important issue for the implementation of the systems. As a result, different technologies are feasible in different scenarios for volume, processing time, ease of use, cost and applications. In this paper, evaluations and comparisons between different antenna-manufacturing techniques are presented. Characterization methods for each process and a cost estimate were developed in order to obtain the productivity index and to indicate the costs required for the production of antennas for UHF electronic tags (UHF RFtag).

Keywords: RFID. Antennas. UHF. RFtag. Manufacturing Techniques.

RESUMO

A identificação por radiofrequência (RFID) é uma tecnologia que pode substituir o código de barras em diversas aplicações, como controle de acesso, logística e gerenciamento de segurança. O sistema RFID na faixa de Ultra High Frequency (UHF) tem como vantagem a comunicação a longas distâncias entre o leitor RFID e a etiqueta RFID, além da capacidade de identificar múltiplas etiquetas. Portanto, o sistema UHF RFID é amplamente utilizado para identificar uma grande variedade de itens e em grandes volumes, o que requer um grande número de etiquetas. Consequentemente, o custo das etiquetas para sistemas UHF RFID tornou-se uma questão importante para a implementação de sistemas. Como resultado, diferentes tecnologias são viáveis em diferentes cenários em termos de volume, tempo de processamento, facilidade de uso, custo e aplicações. Neste artigo são apresentadas avaliações e comparações entre diferentes técnicas de fabricação de antenas. Métodos de caracterização de cada processo e estimativa de custos foram desenvolvidos a fim de obter o índice de produtividade e indicar os custos necessários para a produção de antenas para etiquetas eletrônicas UHF (UHF RFtag).

Palavras-chave: RFID. Antenas. UHF. RFtag. Tecnicas de Fabricação.

1 INTRODUÇÃO

Radio frequency identification (RFID) is a technology that allows wireless and contactless identification. This identification is possible with tags (RFtags) composed of the chip that is connected to an antenna (metallic geometry on a substrate) both located on the tag itself (Finkenzeller, 2014). This set is also known as “Inlay”.

The information is stored in the chip's memory and read by RFID readers or portals. RFtags can use different frequencies of the electromagnetic spectrum, for example 125 kHz (LF-Low Frequency), 13.56 MHz (HF-High Frequency) or 915 MHz (UHF).

The frequency band most used for logistics applications in general is UHF (Ultra-High Frequency). In Brazil, the frequency range authorized for use is from 902 to 908 and from 915 to 928 MHz (RAO et al., 2005).

The reading range of RFtags is also directly related to the chip's sensitivity, the more sensitive it is, the less energy is required for reading. However, as most tags are disposable, the cost becomes mandatory and obtaining an antenna with satisfactory performance and minimum cost is essential.

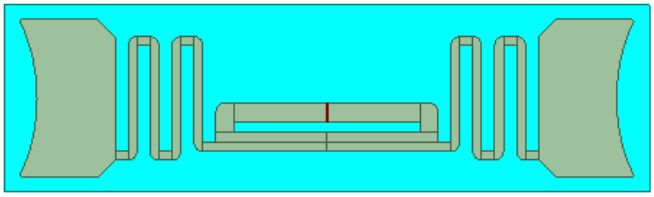
There are several manufacturing processes for UHF antennas (COLELLA et al., 2017; KAHN et al., 2015; SIPILÄ, 2016); however, there are significant differences between the investment required for production (CAPEX), antenna-manufacturing cost (variable cost) and the maximum achievable performance in each technology.

In this paper, a comparison will be presented between the main antenna-manufacturing technologies for UHF RFtags considering these variables.

2 ANTENNA MODEL

To create the cost estimate for all processes, a new antenna model was developed, as shown below (Figura 1) and entitled “JBF model”. This antenna has approximate dimensions of 14 × 70 mm, resulting in 4.32 cm2 of metallic area referring to the geometry of the metallic area. The chip used was the Monza R6 from Impinj (IMPINJ, 2023).

Figure 1 – JBF model antenna.

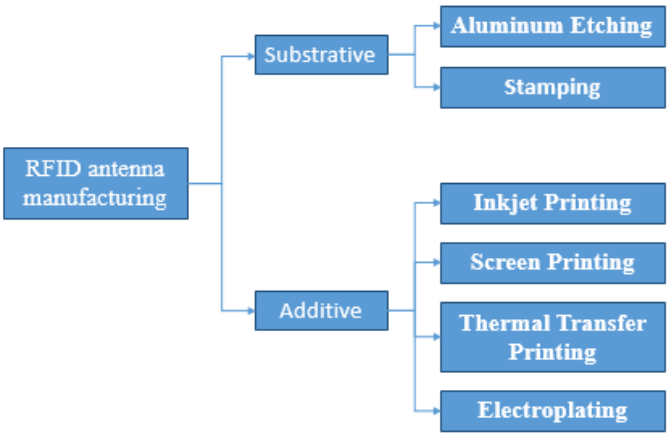


Source: The authors.

3 UHF-RFID ANTENNA-MANUFACTURING PROCESSES

For antenna manufacturing, different processes can be employed. Below are the processes considered in this article (Figura 2).

Figure 2 – Antenna-manufacturing processes.



Source: The authors.

3.1 Aluminum Etching

Currently, it is the process used to remove metal from structures using chemical products, widely used by the electronics industry to manufacture printed circuit boards, being the most used in the manufacture of UHF RFID antennas (EE, 2023; EL, 2023; EPI, 2023), consisting of three stages:

3.1.1 Stage 1: Applying the mask or printing the antenna design on the metallic layer.

This step defines the geometry of the antenna to be manufactured, using different printing techniques such as: photoresist application (photosensitive resin) or direct printing of curable ink by ultraviolet radiation (UV).

The application of photoresist on the metal can be through lamination or screen printing. In lamination, the photoresist (on film) and the material to be laminated

(substrate containing the aluminum or copper layer) pass through two cylinders that unite the materials due to the pressure and temperature applied by the lamination equipment. After application, the photoresist is exposed to UV light. The exposure is made through a mask containing the geometry of the antenna to be recorded on the photoresist (photolith). The unexposed part is later removed using a solution (sodium carbonate - Na2CO3 or another developer) finishing the mask application process.

In the screen printing application, liquid photoresist is used instead of film in which it is applied through a mask or stencil, using screen printing equipment and then cured before chemical removal of the metal. In the direct impression of the antenna design on the metallic layer, the most used technique is rotogravure. In this technique, a cylinder with the antenna design (cliché) is impregnated with ultraviolet-curable ink that is transferred rotatively to the substrate, through pressure. The process is simple, but the degree of control and precision of the cliché, which contains dimensions of the order of 100 μm, are not trivial, therefore, there are not many manufacturers of these printers available on the market.

Another method of direct printing is by rotary screen printing or Rotary Screen Printer (SPG, 2023), printing is also rotary as in gravure printing, but instead of the cliché, a cylinder-shaped screen or stencil is used, however, the offer of equipment it is limited and costly.

3.1.2 Stage 2: Removal of the metallic layer not protected by the mask.

Material that has not been protected by the mask is removed using a corrosive solution. The removal rate is controlled by the time and temperature the material is immersed in the solution and the concentration of the solution used. In RFID antenna applications, aluminum is usually used as a metal to manufacture the antenna due to its low cost, with a thickness of approximately 10 μm, typically taking less than 1 minute to remove.

3.1.3 Stage 3: Mask removal and cleaning: both processes are done chemically.

For the removal of the mask, potassium hydroxide or another Stripper (remover) suitable for removing the ink or photoresist is used. In the cleaning process, a water rinse is performed to remove contaminants from the previous steps.

In order to obtain the productivity and consequently the necessary low cost, all three steps need to be performed in reel-to-reel equipment (RTRMGC, 2023). In the

case of equipment for the manufacture of aluminum antennas over PET (Polyethylene Terephthalate), a roll of laminate (a roll of film containing a 10 μm layer of aluminum on a 50 μm PET substrate) and a roll of PET aluminum antennas comes out. This technology is still the most competitive in terms of cost, but it has limitations. Table 1 shows the main advantages and disadvantages of this process and Table 2 shows a summary of the best technological alternatives.

Table 1 - Main advantages and disadvantages.

Advantages	Disadvantages
Very low cost per antenna	Subtractive method
Production equipment cost is medium to high	Generation of metal removal residues
High production capacity (Reel-to-Reel)	Use of chemicals that need to be recycled
	Aluminum thickness limited by laminate (~ 10 μm)
	Print-defined quality

Source: The authors.

Table 2 - Technological alternatives.

Stage	Technology	Evaluation
Print	Photoresist lamination	Very complex and high cost - in disuse
	Photoresist screen printing	A reel-to-reel screen printer is needed in that case it may be better to print a layer of conductive ink directly by screen printing.
	Rotary Screen Printing	Very limited supply of equipment and high cost
	Rotogravure	Most used - but the supply of good resolution equipment is limited.
Removal	Iron Chloride	It can be regenerated, reducing cost.
	Ammonium hydroxide	The use is increasing because it is currently the solution most used by the electronics industry in the manufacture of PCBs.

Source: The authors.

The main variables involved in this process are the method of printing the antenna design (lamination, screen printing or rotogravure), the chemical solution used in the removal and the time of chemical removal, which depend on the speed and/or length of the line. As there is a minimum printing and removal time, for higher production rates it is necessary to increase the length of the equipment or line.

The corrosive solution, depending on the chemical reagent used and its concentration, may or may not be reused, in addition to defining the process speed.

The possibilities of solutions used for aluminum corrosion are mainly phosphoric acid, acetic acid, nitric acid, iron chloride, ammonium hydroxide and hydrochloric acid. The most used industrially are iron chloride and ammonium hydroxide, both are filtered, have their concentrations adjusted continuously and are recirculated for maximum use. Iron chloride and ammonium hydroxide are also used in the manufacture of printed circuit boards; these solutions remove both copper and aluminum. The quality of the generated antennas depends on the print quality of the standard and the main raw material is PET/aluminum laminate.

3.2 Stamping/Cutting Manufacturing (Cutting System)

A "cliché" or knife is used, which contains the design of the antenna to be manufactured, which is pressed against the underlying laminate by cutting the design of the antennas in it (ACS, 2023). The adjacent material, which is not part of the antenna, is removed while the laminate of the lower layer remains intact leaving a conductive pattern in the laminate. Table 3 shows the main advantages and disadvantages of this process.

Table 3 - Main advantages and disadvantages.

Advantages	Disadvantages
High speed/production capacity	High equipment cost
Process simplicity	Subtractive method
Single input and dry process	

Source: The authors.

The quality of the antenna basically depends on the cutting tool. The most important process variable is the cutting speed. The process is completely automatic.

3.3 Inkjet Printing

Piezoelectric or thermal print heads and inks compatible with these print heads are used to print the geometries on the substrates (MJP, 2023; PIXDRO, 2023; YANG, 2007). It is possible to print thin layers, between 1 μm and 3 μm in thickness, being necessary that the metallic particles in the ink have dimensions in the order of 100 nm to 500 nm (FERNANDES, 2018).

All final properties of the material developed depend on the quality of the paint, such as evaporation, homogeneity of the film, electrical properties, among others. In

general, for the formulation of conductive inks, the most used materials are particles and silver nanoparticles dispersed in an appropriate vehicle, allowing good control of ink ejection.

Thus, the control of the synthesis of nano particles is important for the development of the ink. Copper can also be used in the formulation of conductive paints; however obtaining a paint with this material faces the difficulty of its rapid oxidation in the ambient atmosphere (FERNANDES, 2018).

The main advantage of using inkjet printing is that it is a digital technology in which each antenna can be unique without incurring higher costs. Inkjet printing is currently the most researched technology in the field of flexible electronics. It is capable of printing very small lines (up to 10 μm) with excellent resolution, but it still presents several challenges, as it is complex to maintain dense metal particles in stable suspensions.

Another factor to be considered is that these metallic particles, even in the case of nano particles, tend to clog the nozzle during the blasting process.

A potential alternative is the addition of conductive polymers; however, this alternative is severely limited by the low concentration at which the conductive polymers are soluble. Another point to note is that the uniformity of the printed line is poor due to the nature of the points of the arrangement and the kinetics of the surface tension.

In the specific case of the production of RFID antennas, the conductivity necessary for the antennas to have basic performance is relatively high, and conductive polymers do not normally reach the desired conductivity range (FERNANDES, 2018). Table 4 shows the main advantages and disadvantages of this process.

Table 4 - Main advantages and disadvantages.

Advantages	Disadvantages
Additive method	High input costs
Flexibility	Investment in equipment still high
Easily modified print patterns	In practice, it is very complex to print layers with thickness greater than 1 μm
	Technical difficulties for large-scale application

Source: The authors.

Regarding the process variables, the quality of the printed antenna will be directly related to the characteristics of the formulated ink and to the characteristics of the cartridges and heads used for printing. The drying of the paint, spreading, adequacy between properties of the paint and substrate are factors that must be considered in this technology.

3.4 Screen Printing

It is a very traditional, versatile, low-cost technique and widely used by the industry. It is a direct printing technique, which allows application on different types of substrates and the use of inks that have larger particles (CTTR, 2023).

Screen printing is a robust, simple process and can be easily automated. The printing method is direct and additive. In this process, a paint or paste of high viscosity is pressed on a substrate through a mold (canvas) with the aid of a squeegee. The squeegee is positioned on the screen at an angle of 45°.

The speed of ink application on the canvas plays an important role in the amount of ink deposited on the substrate. When the application speed is very high, the ink stays in contact with the screen for a short time and does not fill the opening; on the other hand, low application speeds result in excessive transfer of ink, generating waste. Table 5 shows the main advantages and disadvantages of this process.

Table 5 - Main advantages and disadvantages.

Advantages	Disadvantages
Low investment	Material losses
Additive method	Difficulty in depositing thicknesses below 8 µm -10 µm
	Not suitable for prototype printing

Source: The authors.

With regard to process variables, the quality and characteristics of screen printing are dependent on factors such as ink viscosity, substrate and ink surface tension, printing speed, application angle, mesh size and material. In this process the stencil defines the print quality. It is an additive method, thus generating less waste of materials, these being related to the application of the paste on the canvas, since not all applied ink is used for printing.

For volume manufacturing, the manufacturing line needs to be adapted for the reel-to-reel process. The speed of the line is directly related to the size of the stencil used, but nowadays there is automatic roll-to-roll equipment that uses large masks, with high production capacities.

3.5 Thermal Transfer Printing

It is a digital technology where the antenna is printed by heating and pressing the heads containing thermal needles on the substrate containing the metallic film (Cu or Al), which is released at the heated points (LTA, 2023).

Each print can be unique, allowing the production of prototypes with fast cycles, as well as the production of a small number of units, requiring only a good resolution thermal transfer printer (600 dpi).Table 6 shows the main advantages and disadvantages of this process.

Table 6 - Main advantages and disadvantages.

Advantages	Disadvantages
Capital investment virtually nonexistent or very low	Conductive ribbons costs
Prints on paper and different types of substrates	Subtractive method
Flexibility and ease of use	

Source: The authors.

In this type of process the variables are simpler compared to other types of printing. The print quality basically depends on the print head, the ribbon and the substrate.

3.6 Electroplating

It is an additive process, where the geometry of the antenna is printed on the substrate with a minimum layer of conductive ink that will serve as a seed for the subsequent electrodeposition of copper in chemical baths (the seed needs to be conductive to apply the electric field and the current that attracts and deposits metal ions) (FAP, 2023).

The thickness of the final layer deposited is controlled by the electric current, the time, temperature and concentration of the deposition solution. The limitations of this process are the adherence of the deposited material, which depends a lot on the

adhesion of the paint (seed), the seed layer also needs to have a minimum conductivity so that the deposition is uniform and uses chemicals that need to be recycled.

For comparison purposes, the leaf resistance (superficial) of the seed layer needs to be in the order of 300 mΩ/□ (milliohms/square) (BHORE, 2013), while the antenna metallic layer needs 30 mΩ/□. In general, carbon or silver based paints are used for the seed and then a thicker layer of copper is deposited by electrodeposition. Table 7 shows the main advantages and disadvantages of this process.

Table 7- Main advantages and disadvantages.

Advantages	Disadvantages
Additive method	deposited metallic layer
Thickness control	Adherence of deposited material depends on seed adherence
Good quality of the deposited metallic layer	Use of high amount of chemicals
	Needs seed printing using conductive ink
	Oxidation of deposited copper

Source: The authors.

The main variables of this process are the quality of the seed (conductivity, thickness, uniformity and adhesion), concentration and temperature of the deposition solution, the size of the chemical baths or the length of the equipment, the larger the equipment, the greater the production capacity . The process also needs to be reel-to-reel for the manufacture of antennas.

The antenna design needs to ensure electrical contact between all antennas for current flow and this contact is subsequently cut when the antennas are individualized. In general, the equipment is modular and with the addition of more modules (baths) the capacity increases.

4 COST ESTIMATES

Table 8 shows a summary of the relative cost estimates per antenna for the different routes surveyed, taking as a reference the cost of the cheapest antenna in the current market, which is obtained by chemical removal.

Table 8 - Summary of relative cost estimates by antenna.

Manufacturing process	Relative Cost
Aluminum Etching	1
Inkjet printing	2.3
Screen Printing	3
Thermal Transfer Printing	3.9
Electroplating	3.2
Cutting System	1.4

Source: The authors.

4.1 Aluminum Etching

It is the most used process, which dominates the world market, produces the best quality antenna due to the thickness of the aluminum layer. The cost of equipment is average, but there is a significant difference depending on the company/ country of origin of the acquisition, being lower for Chinese equipment.

The quality of the antenna is defined by the quality of the mask impression. The variable cost is dominated by the cost of the main raw material, that is, the Al + PET laminate (about 90% of the total) with a reduction in the total manufacturing cost of more than 10% with a triple of the volume.

As the process is similar to the manufacturing of printed circuit boards, using the same chemicals, a way of reducing costs may be to collaborate with local PCB manufacturers.

Another cost reduction alternative would be to reduce the PET layer from 50 μm to 38 μm. There is this option on the market, but the thinner PET weakens the substrate when curing the chip solder during tag assembly.

The thinner PET is less resistant to temperature, making it easier to wrinkle. It should be combined with fine-tuning of the process and perhaps the use of a faster curing adhesive for soldering the chip.

4.2 Cutting/Stamping Manufacturing (Cutting System)

It is an extremely simple process that uses only one raw material, in this case the same one already used by other techniques such as aluminum etching, and demands just a fully automatic equipment.

The cost of the equipment is high, consequently this makes the initial investment very high, and however, as the production capacity is very large, the cost of

amortization, part becomes attractive for large volumes. At a maximum speed of 40 m/min, the equipment is capable of producing antennas of the JBF model (25 mm pitch) indicated in Fig. 1 at a rate of 32.000 pieces/hour. Thus, a single piece of equipment is capable of producing 200 million pieces of this model in one year, operating in three shifts.

4.3 Inkjet Printing

The highest costs, respectively, are: the printer, laminate and ink. What makes difficult the commercial viability of this technology is not the cost of ink, it is the cost of printers, since there are no printers or industrial heads with sufficient speed for high volume production at low cost.

The cost of the equipment depends on the type, size and number of nozzles on the head. However, even a printer with a high number of nozzles would be able to print only about 10 million antennas/year, this increases the investment required for volume production. This technique could compete with aluminum etching if faster printers/print heads are developed.

The substrate cost also has represents a reduction potential, paper substrate can be used, but the paper needs surface treatment to improve ink adhesion, it also needs to be tensile resistant to resist the roll-to-roll manufacturing process and resist temperatures heat treatment (paint curing).

If PET substrate is used, despite not containing the metallic layer, as in the case of aluminum etching, the PET surface needs extra treatment to ensure good adhesion and definition of the impression. This makes the substrate practically the same cost as PET + Al laminate.

Labor and energy costs are very low in this technology, the machines are automatic and the energy consumption is low, so these costs do not interfere in the comparison of technologies. Rotogravure printing can make the process competitive, but printer adaptation/development is needed.

4.4 Screen Printing

It is a simple and commonly used technique in the electronics industry. Investment in equipment is low and production capacity is high. In screen printing, due to the presence of a non-conductive vehicle, high percentages of solids, between 50% and 70% are required to produce paints with adequate conductivity and viscosity.

The vehicle is made up of solvents and additives, which are various chemicals used to give the necessary and desirable properties for the printing process where the results are satisfactory only for percentages from 60% silver. This high percentage of silver means that the costs of screen printing pastes/inks are significantly higher compared to inkjet printing inks.

To reduce the cost, an alternative is to reduce the thickness of the ink layer referring to the irradiating element, being possible through adjustments of the printing process and stencil, reaching 8 μm.

The disadvantage is that through this technique it is not possible to print very thin layers, smaller than 8 μm to 10 μm, for example, which increases the consumption of raw material and consequently the cost.

The cost of the substrate can be considered the same used in the inkjet technique, including the same considerations of surface treatment and resistance. Likewise, screen printing can be done on paper or PET.

Labor and energy costs are very low in this technology, machines are automatic and energy consumption is low, so these costs do not interfere in the comparison of technologies.

4.5 Thermal Transfer Printing

The cost of this printer depends on the speed and resolution and the cost of the ribbons depends on the quantity to be purchased.

The cost of the substrate can be considered the same as the previous techniques. This printing technique can be used on different PET or paper substrates and can obtain a printed metal layer (aluminum) of only 0.5 μm thick with excellent quality.

4.6 Electroplating

Most suitable technique for depositing thicker layers. The cost of electroplating equipment is high. There are several manufacturers of electro deposition equipment, but for deposition in plates or mechanical parts, reel-to-reel equipment is not used, they would need to be adapted.

The process control needs to be very good due to the low thickness. An antenna for UHF tags requires only 2 μm of copper to present ideal radiation characteristics.

This requires equipment with excellent control of concentration, pH and temperature, that is, well above the existing equipment in the national market.

The advantage is that the equipment has a very high production capacity, can be used for the manufacture of antennas for LF and HF tags as well, since it is possible to deposit thick layers, such as 10 µm of copper, just by increasing the deposition time.

As for the variable cost, it ends up being high also because it is necessary to print the layer from seed and then deposit the copper. Even working with chemical replacement and filtration, there is consumption and costs of effluent treatment.

5 CONCLUSIONS/FINAL CONSIDERATIONS

The chemical removal technique proves to be a viable option, since it presents the lowest manufacturing cost per antenna and the most commercially viable process for producing high volumes.

Due to the similarity of processes, materials and equipment, an alternative would be the manufacture of antennas by national manufacturers of PCBs.

Conductive inks, both for inkjet printing and screen printing, have numerous advantages for use in the area of flexible electronics, however, they are not commercially competitive with the technology of chemical removal of aluminum for the manufacture of UHF antennas for RFtags. This is mainly because there has not been enough evolution of the print heads. Even using the largest print heads available on the market, the speed is low, so for large volume production it is necessary to use many print heads or printers, increasing the cost of the equipment. An alternative that can make the use of inks feasible is rotogravure printing instead of inkjet. For that, it is necessary to adjust/adapt a printer, and the plate must be of high definition, about 0.1 mm.

New manufacturing technologies should be considered such as thermal transfer printing and stamping, which can become competitive in some scenarios.

REFERENCES

ACS100, Muhelbauer. Available in: <https://www.muehlbauer.de/> Access Date: 18/05/2023.

Bhore, S. S. (2013). Formulation and evaluation of resistive inks for applications in printed electronics.

Colella, R., Rivadeneyra, A., Palma, A. J., Tarricone, L., Capitan-Vallvey, L. F., Catarinucci, L., & Salmeron, J. F. (2017). Comparison of fabrication techniques for flexible UHF RFID tag antennas [wireless corner]. IEEE antennas & propagation magazine, 59(5), 159–168. https://doi.org/10.1109/map.2017.2731214

CTTR (Conductive Thermal Transfer Ribbons for Printed Electronics and RFID Antennas). METALLOGRAPH. Avaliable in: <https://spf-inc.com/metallograph> Access Date: 25/04/2023.

EE (Etching Equipament), BEIJING GOLDEN EAGLE ELECTRONIC EQUIPMENT. Avaliable in: <https://www.photoetchingmachine.com/> Access Date: 10/05/2023.

EL (Etching line), PILL Gmb. Avaliable in: <https://www.pill-germany.com/> Access Date: 7/05/2023.

EPI (Etching Process and Information), MASTERETCH SERVICES. Avaliable in: <https://www.masteretching.com/> Access Date: 01/05/2023.

FAP330, MECO. Avaliable in: <https://www.meco.nl/> Access Date: 18/05/2023.

Fernandes, I. J. et al, “Preparação e caracterização de tintas condutoras a base de nanopartículas de prata para impressão a jato de tinta,” In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 2018, Foz do Iguaçu. Anais do 23º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 2018.

Finkenzeller, K. (2014). *RFID handbook: Fundamentals and applications in contactless smart cards, radio frequency identification and near-field communication* (D. Müller, Trad.). John Wiley & Sons.

Impinj. Avaliable in: < https://support.impinj.com/hc/en-us/articles/202765328-Monza-R6-Product-Datasheet> Access Date: 18/02/2023.

Khan, S., Lorenzelli, L., & Dahiya, R. S. (2015). Technologies for printing sensors and electronics over large flexible substrates: A review. IEEE sensors journal, 15(6), 3164–3185. https://doi.org/10.1109/jsen.2014.2375203

LTA5060 Reel to Reel Screen Printer, LINGTIE (XIAMEN) MACHINERY CO. LTD. Avaliable in: <https://www.xmlingtie.com/> Access Date: 15/05/2023.

MJP (Multihead jet printer) MDS300, PEL – Printed Electronics Ltd. Avaliable in: <https://www.printedelectronics.com/> Access Date: 13/05/2023.

Pixdro Jetx, Meyer Burger Technology. Avaliable in: <https://www.pixdro.com/> Access Date: 14/05/2023.

Rao, K. V. S., Nikitin, P. V., & Lam, S. F. (2005). Antenna design for UHF RFID tags: a review and a practical application. *IEEE transactions on antennas and propagation*, *53*(12), 3870–3876. https://doi.org/10.1109/tap.2005.859919

RTRMGC (Roll to Roll Micro Gravure Coater) RGC 150, PERNS. Avaliable in: <https://www.perns-korea.com/> Access Date: 12/05/2023.

Sipilä, E. (2016). Novel Manufacturing Methods and Materials for UHF RFID Tags in Identification and Sensing Applications.

SPG Prints – Rotary Screen Printer. Avaliable in: <https:// www.spgprints.com/> Access Date: 10/05/2023.

Yang, L., Rida, A., Vyas, R., & Tentzeris, M. M. (2007). RFID tag and RF structures on a paper substrate using inkjet-printing technology. *IEEE transactions on microwave theory and techniques*, *55*(12), 2894–2901. https://doi.org/10.1109/tmtt.2007.909886

CHAPTER IV

THE ROLE OF SCHOOL MANAGEMENT IN DIVERSITY MANAGEMENT IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS

O PAPEL DA GESTÃO ESCOLAR NO GERENCIAMENTO DA DIVERSIDADE NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO

DOI: 10.51859/amplla.sset.2124-4

Natasha Young Buesa [1]
Charles Henrique Leal Vieira [2]

[1] Licenciada em Letras Português-espanhol, Bacharel em Ciências Contábeis, Licenciada em Administração e em Pedagogia. Pós-graduada em Docência no Ensino Superior e em Educação a Distância: Gestão e Tutoria, com MBA em Controladoria. Mestre em Tecnologias Emergentes em Educação pela MUST University. Doutoranda em Ciências da Educação pela Facultad Interamericana de Ciencias Sociales. Coordenadora de Curso no Centro Paula Souza. Docente do ensino técnico e superior no Centro Paula Souza e na Universidade de São Roque. Professora-tutora e Coordenadora do curso de Tecnologias Emergentes em Educação e dos cursos de Espanhol na MUST University.
[2] Bacharel em Informática – UNESA. Especialista em Ethical Hacking e Cybersecurity – UNICIV. Mestre em Sistemas Inteligentes – UERJ. Mestre em Science in Emergent Technologies in Education – MUST University (USA). Doutorando em Ciencias de la Educación pela Faculdad Interamericana de Ciencias Sociales – FICS. Coordenador de Análise e Desenvolvimento de Sistemas na Marinha do Brasil. Perito Judicial em Computação Forense. Professor e Coordenador na MUST University.

ABSTRACT

Dealing with diversity today has been a major challenge for the government, for companies and also for educational institutions, mainly because the latter represent a space for the transmission and assimilation of knowledge. In this context, this research project aims to understand the current role of school management in managing diversity in educational institutions in the 21st century. An exploratory-qualitative bibliographical study will be carried out. It was possible to conclude that it is necessary for school management to assume its place of prominence, rethinking the role of the school in order to promote social inclusion, reducing differences and fostering respect for diversity.

Keywords: Cultural diversity. School management. Diversity Challenges.

RESUMO

Lidar com a diversidade atualmente tem sido um grande desafio para o governo, para as empresas e também para as instituições de ensino, principalmente por estas últimas representarem um espaço voltado para a transmissão e assimilação de conhecimento. Nesse contexto, este trabalho de pesquisa tem como objetivo compreender qual é o papel atual da gestão escolar no gerenciamento da diversidade nas instituições de ensino no século XXI. Será feita uma pesquisa exploratório-qualitativa de caráter bibliográfico. Foi possível concluir que é necessário que a gestão escolar assuma seu lugar de destaque, repensando o papel da escola, de forma a promover a inclusão social, reduzindo as diferenças e fomentando o respeito à diversidade.

Palavras-chave: Diversidade Cultural. Gestão Escolar. Desafios da Diversidade.

1. INTRODUÇÃO

Em pleno século XXI ainda se vivencia a exclusão social no âmbito governamental, empresarial e nas instituições de ensino. Muito dessa exclusão se dá em função da não aceitação da diversidade cultural, das diferenças existentes entre as opiniões, entre as etnias, entre os gêneros, entre as idades, enfim, considerando todos os diferenciais existentes entre as pessoas que convivem em sociedade.

Nesse contexto, justifica-se este trabalho na medida em que procurará estudar de que forma a gestão escolar vem driblando os desafios existentes na gestão da diversidade para conseguir construir práticas pedagógicas e administrativas que criem um ambiente mais igualitário e que respeite as diferenças. Também se justifica porque não há muito material que aborde o assunto no que se refere à área escolar.

O problema a ser respondido é: Que papel desempenha a gestão escolar no gerenciamento da diversidade no ambiente escolar? E o objetivo geral é compreender qual é o papel da gestão escolar no gerenciamento da diversidade nas instituições de ensino no século XXI.

Tem como objetivos específicos conceituar filosofia da educação, na sequência diversidade cultural bem como a gestão da diversidade, identificar os desafios da gestão da diversidade e das novas tecnologias no cenário atual, e ainda verificar o papel da gestão escolar no gerenciamento das diversidades.

Quanto à estrutura, o primeiro item trata do conceito de filosofia da educação, o segundo traz a compreensão de diversidade cultural, em seguida enfatiza-se o conceito e faz-se uma breve narrativa sobre a evolução da gestão da diversidade, na sequência abordam-se os desafios da gestão da diversidade e das novas tecnologias e finalmente estuda-se o papel da gestão escolar no gerenciamento das diversidades.

2. METODOLOGIA

Neste artigo será desenvolvida uma pesquisa exploratório-qualitativa, de caráter bibliográfico. Gil (2010) detalha que a pesquisa exploratória visa oferecer maior familiaridade com relação ao problema, de forma a torná-lo mais claro ou a criar hipóteses.

No que se refere à pesquisa qualitativa, é aquela que se opõe à quantitativa, que é a expressão de uma relação de causa e efeito medida mediante uma função matemática. A abordagem qualitativa parte do estudo dos conceitos inerentes a determinado assunto, sem levar em conta aspectos numéricos (Severino, 2007).

A pesquisa bibliográfica, por sua vez, inclui toda a bibliografia já tornada pública, como publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, até meios de comunicação oral como o rádio e a televisão, colocando o leitor em contato com tudo que já tenha sido escrito, dito ou filmado sobre certo assunto em estudo (Marconi & Lakatos, 2010).

3. FILOSOFIA DA EDUCAÇÃO

Quando se fala em filosofia da educação leva-se em conta que a filosofia é uma forma de conhecimento e a educação é um problema filosófico. Juntos, formam o estudo das bases das teorias e das práticas educacionais da sociedade, portanto, a filosofia da educação pode ser entendida como uma reflexão sobre os problemas que surgem na realidade educacional (Dos Santos & Bonin, 2018).

A educação pode ser compreendida como um processo social que está relacionado ao plano econômico, político e científico de cada sociedade. Por outro lado, a filosofia diz respeito à capacidade humana de pensar e de gerar um ponto de vista crítico que busca construir uma sociedade construtiva, com liberdade de expressão, estimulando seres pensantes a partir de distintas problemáticas, sem nenhum tipo de preconceito (Pereira, Silva, Petzold & Ravache, 2020).

Portanto, é necessário compreender que os filósofos da educação precisam introduzir o saber da filosofia e aqueles que são discutidos cotidianamente para ampliar os debates públicos sobre os diversos temas que interessam ao contexto educacional, como a violência, a ética, o conhecimento, a diversidade, a inclusão, bem como a formação. (Hermann, 2015)

Sendo assim, este artigo abordará o papel atual da gestão escolar no gerenciamento da diversidade nas instituições de ensino no século XXI, inserido no contexto da filosofia da educação.

4. A DIVERSIDADE CULTURAL

Fleury (2000 como citado em Lima & Cardozo, 2018) afirma que a diversidade tem sido definida como um mix de pessoas que possuem diferentes identidades, que interagem na mesma sociedade, nas quais coexistem grupos que representam as minorias e outros que representam a maioria.

A diversidade cultural tem sido um assunto central na política educacional do Brasil ao longo das últimas duas décadas, gerando, para educadores e gestores, o

desafio de construir novas práticas tanto administrativas quanto pedagógicas nas instituições de ensino. Torna-se necessário, neste momento, criar ações voltadas para a convivência pacífica entre as diferentes opiniões, o respeito e a valorização da diversidade.

Visa-se alcançar o respeito à igualdade na diferença, que representa o tratamento equitativo no que se refere aos direitos humanos, justiça social e à diferença na igualdade, assim como a individualização de tratamentos (Carvalho, 2011 e 2012).

Gerenciar a diversidade é planejar e executar práticas de gestão de pessoas, que possibilitem maximizar as suas vantagens e minimizar as desvantagens (Cox, 1994 como citado em Lima & Cardozo, 2018).

O artigo 1º da Declaração Universal sobre a Diversidade Cultural da UNESCO (2002, como citado em Carvalho, 2012) indica que a diversidade cultural é reconhecida como sendo patrimônio comum da humanidade, e sua defesa representa o respeito aos direitos humanos e liberdades fundamentais, principalmente no que se refere aos direitos das pessoas que fazem parte das minorias e os povos autóctones.

No ambiente escolar, falar em diversidade significa entender a variedade de sujeitos inseridos nesse espaço, como homens e mulheres, negros e brancos, adultos, adolescentes e crianças, enfim, seres humanos concretos, reais, sociais e históricos, determinantes da história e determinados por ela (Aoyama & Perrude, 2009 como citado em Martinelli & Perrude, 2018).

Conforme o Minidicionário Aurélio (2010) citado pelas mesmas autoras, diversidade implica na qualidade de quem é diverso, diferença, divergência, multiplicidade de coisas diversas, existência de seres não idênticos, oposição etc.

5. CONCEITO E BREVE ORIGEM DA GESTÃO DA DIVERSIDADE

A gestão da diversidade pode ser entendida como um conjunto de políticas e práticas criadas para responder a diferentes situações, cada vez mais heterogêneas, ocorridas no ambiente profissional. Questiona-se dentre tantas grandes diferenças, o que justifica tratar de forma diferente as pessoas?

O termo surgiu nos Estados Unidos, em função da necessidade de ajustar uma população cada vez mais mesclada, por causa da nacionalidade, da etnia, do credo bem como das deficiências. E ainda, dizia respeito a como recrutar melhor os trabalhadores e garantir que fossem bem aproveitados e que quisessem permanecer

na organização, por meio do desenvolvimento de um ambiente de trabalho solidário e acolhedor. Nos Estados Unidos a gestão da diversidade surgiu em meados dos anos 90, como uma estratégia de gestão de recursos humanos.

Nesse contexto, vale ressaltar que as empresas que querem favorecer a diversidade precisam considerar três níveis de análise: a primeira, a análise no nível macro, que diz respeito às atitudes e características da sociedade na qual a empresa está inserida, a segunda, a análise no nível médio, que é a realizada sobre a própria organização, e a terceira, a análise no nível micro, que observa as atitudes e o empenho dos colaboradores de forma individual. Levando esses três níveis em consideração é necessário pensar em diferentes estratégias para atuar em cada um deles. Sendo assim, é preciso respeitar a diversidade que existe dentro das organizações e criar um ambiente produtivo, no qual todos os colaboradores se sintam valorizados, reconhecidos, propiciando a retenção dos talentos, permitindo que os objetivos sejam atingidos.

Seguindo a linha de raciocínio da evolução do termo Carvalho (2012) comenta que nas últimas décadas a Europa, em função da enorme diversificação da forma de trabalho, precisou criar uma série de leis proibindo a discriminação, assédio e qualquer tipo de opressão exercida sobre os colaboradores, ligada à etnia, raça, idade, gênero, deficiência, orientação sexual, fé ou religião, dentre outras questões. Sendo assim, as empresas precisaram mudar, achar formas de gerenciar essas diferenças.

Dentre as vantagens da gestão da diversidade nas empresas está o fato de manterem a competitividade no mercado globalizado, visto que é extremamente diversificado. Pode-se citar o aumento do comércio internacional, de fusões e aquisições de empresas entre os diferentes países, que vem causando mudanças demográficas e culturais nas sociedades. Também as sociedades estão mais diversificadas em função, muitas vezes, do grande número de imigrações que vem ocorrendo no mundo, do maior número de mulheres inseridas no mercado de trabalho, assim como de trabalhadores diversificados em termos de raça e etnia, sem esquecer da inserção de novas e variadas tecnologias na produção e prestação de serviços. Empresas com uma força de trabalho mais variada são capazes de oferecer melhores serviços porque, em tese, apresentam melhores entendimentos sobre as necessidades de seus clientes.

Quanto mais diversificada for a força de trabalho, maior será a eficiência da empresa, visto que levantará o moral, permitirá o acesso a novos segmentos de mercado e ainda aumentará a produtividade. A diversidade também diz respeito à quantidade de novos bens e serviços que estão sendo oferecidos a segmentos diferenciados de consumidores. A competitividade levou as empresas a buscarem novos mercados consumidores, e oferecerem serviços e produtos diferenciados, capazes de suprir as diferentes necessidades de todos os clientes (Carvalho, 2012).

Vale ressaltar que para essa amplitude de negociações, foi necessário o desenvolvimento e acolhimento pelas empresas da tecnologia, que possibilitou ampliar as negociações para todo o mundo. As empresas foram levadas a gerenciar a diversidade cultural, de maneira a atrair talentos e retê-los, sob pena de perdê-los para seus concorrentes globalizados, desenvolver políticas diferenciadas de *marketing*, voltadas para os diferentes tipos de mercado e público, propiciar criatividade e inovação, bem como a resolução mais flexível de problemas, de forma a possibilitar um desenvolvimento organizacional mais pleno.

No campo da educação, o Plano Nacional de Educação (PNE) de 2014 tem como diretriz promover os princípios de respeito aos direitos humanos, à diversidade e ainda à sustentabilidade do meio ambiente. No Brasil, a partir da década de 90, principalmente em função dos acordos internacionais que visavam combater as desigualdades raciais, de gênero, dentre outras, assim como tornar visíveis muitas mobilizações e reivindicações à defesa dos direitos, a diversidade passou a estar mais presente (Lima & Cardozo, 2018).

O relatório ‘As Desigualdades na Escolarização no Brasil’, do Conselho de Desenvolvimento Econômico e Social de 2014 informa que os indicadores trazem melhorias que estão caracterizadas pelo crescimento lento, persistindo ainda problemas para acessar e permanecer no sistema educacional, bem como no desempenho durante o período de alfabetização, educação infantil, ensino fundamental, ensino médio e ensino superior, que ainda mostram níveis de desigualdades que desfavorecem quem é da zona rural, os mais pobres, os pretos, os pardos e os índios (Brasil, 2014 como citado em Lima & Cardozo, 2018).

Vale ressaltar ainda que falar sobre diversidade no campo da educação representa discutir as práticas cotidianas, desconstruindo e ao mesmo tempo redescobrindo significados, questionando conceitos pré-concebidos, refletindo e ressignificando a própria história, isso porque é na escola que as crianças,

adolescentes, jovens e adultos passam grande parte de seu tempo assimilando valores sociais e morais (Martinelli & Perrude, 2018).

6. OS DESAFIOS DA GESTÃO DA DIVERSIDADE E DAS NOVAS TECNOLOGIAS

No que se refere aos desafios enfrentados pela sociedade brasileira atual com relação à diversidade de gênero, etnia, religião e opção política, está criar condições para que prevaleça um ambiente que respeite as diferentes etnias, a diversidade e que seja tolerante, superando práticas discriminatórias e preconceituosas.

A partir da Constituição Federal de 1988, da Lei de Diretrizes e Bases nº 9.394 de 1996 e dos Planos Nacionais de Educação, entre outros documentos legais, a diversidade e a inclusão social passaram a fazer parte das ações governamentais (Lima & Cardozo, 2018).

Com relação à gestão da diversidade no universo escolar surgiu a necessidade de ocorrerem mudanças na organização e no funcionamento das escolas, nas atitudes e ações dos docentes, assim como no relacionamento entre os diversos atores envolvidos, propiciando a participação de todos no processo de tomada de decisão, de dar voz às diferenças, respeitar as diversidades, gerando uma nova cultura organizacional, entendendo as diversidades como riquezas e não fraquezas. Talvez seja esse o maior desafio das instituições de ensino atualmente (Carvalho, 2012).

Conforme os documentos da política educacional, as novas ações devem estar focadas no reconhecimento das diferenças e ajustes às diversas situações, na ênfase ao respeito e na aceitação das diferenças, na elaboração de um projeto educacional que considere a diversidade, em gerenciar a escola pensando na inclusão da participação de todos os estudantes, na adequada formação docente, voltada para o atendimento à diversidade, em desenvolver um currículo mais amplo, equilibrado e diversificado, em adotar um estilo de ensino mais aberto e mais flexível, com o uso de metodologias ativas, em promover a interação e participação de todos os alunos, em fomentar a colaboração e troca de experiências com outras escolas e também com as de educação especial, e em colaborar com outros setores da comunidade, dentre outras questões.

Com relação aos professores, recomenda-se que estes promovam a compreensão, aceitação e a valorização das diferenças, que estimulem a cooperação e atitudes de respeito, que separem em suas aulas um tempo para ouvir os alunos, de forma que nenhuma criança se sinta ‘invisível’, que desenvolvam um

relacionamento coerente, justo, equitativo, de harmonia, ganhando a confiança dos alunos, que criem a consciência da necessidade e importância tanto de falar quanto de ouvir o outro, dentre outras questões (Carvalho, 2011).

Isso significa que o professor não pode continuar desenvolvendo seu trabalho focado em apenas um tipo de aluno, ele precisa reconhecer que seus alunos são diferentes, com necessidades variadas e que precisam de atenção e critérios diferenciados em sala de aula. Deve-se valorizar as diferenças étnicas, culturais, os níveis de conhecimento de cada aluno, seus modos de vida, modos de aprender etc. A diversidade deve ser vista como um trunfo, minimizando a exclusão social, e privilegiando as multifaces que a sociedade estudantil pode apresentar (Carvalho, 2012).

Ainda com relação à ação dos docentes, a formação dos educadores é necessária, visto que muitos precisam rever seus conceitos com relação à diversidade, a fim de criar um ambiente acessível à comunidade, orientando os alunos a se respeitarem, auxiliando no combate às discriminações, preconceitos e estereótipos, estimulando a autoimagem e a autoestima, favorecendo a igualdade por meio da compreensão do divergente.

É necessário que os currículos escolares passem a incorporar os diferentes espaços sociais e culturais pelos quais os seus estudantes circulam, desenvolvem e aprendem outros valores, outros hábitos, outras visões de mundo e outros saberes que formam as suas identidades. Para tanto é preciso romper com antigos paradigmas da educação tradicional, que exclui, marginaliza e segrega aqueles que não se encaixam nos padrões da sociedade, buscando sempre alcançar a equidade e a qualidade do ensino para todos. A inclusão precisa deixar de ser teoria e passar a ser prática (Martinelli & Perrude, 2018).

Pode-se citar como um dos desafios com relação à gestão da diversidade a tentativa de aumentar o nível de escolaridade e qualidade da educação da população brasileira, principalmente das minorias negras e indígenas onde estão concentrados os maiores indicadores das desigualdades sociais. Esse desafio poderia ser superado com o aumento significativo de investimento público que poderia ser realizado pelo governo, voltado para políticas sociais, bem como com o controle das aplicações obrigatórias de recursos destinados à educação pública, em defesa da educação pública, gratuita e com qualidade social.

O Relatório ‘As Desigualdades na Escolarização no Brasil’ destaca como outros desafios da gestão pública escolar avaliar e direcionar a atenção dos gestores para as escolas que mais precisam do apoio técnico e financeiro, assim como identificar os principais eixos de ação visando a equidade, de forma a tentar eliminar o analfabetismo, formando cidadãos letrados e informados, que possam estar inseridos em uma formação continuada, que lhes possibilite acompanhar as mudanças tecnológicas, e ainda aumentar a produtividade da economia (Brasil, 2014 como citado em Lima & Cardozo, 2018).

Outro desafio é a gestão democrática nas escolas, porém, para que funcione, precisa haver a participação cidadã de todos os interessados, e a prestação de contas pelos dirigentes e pelos professores com relação aos objetivos da educação escolar, o que significa a escola e para quem ela está destinada.

No que se refere à gestão democrática, de maneira geral, o maior desafio é conseguir atingir a igualdade entre todos os cidadãos, num esforço conjunto para construir uma sociedade realmente democrática, que traga a igualdade de condições de vida, superando as desigualdades sociais (Carvalho, 2011).

Ainda com relação aos desafios para a construção de uma gestão escolar democrática pode-se citar a necessidade do combate e enfrentamento do desrespeito às diferenças, focado em compreender que é necessário atender às necessidades de aprendizagem, da construção do conhecimento, da socialização, do acesso aos bens culturais da humanidade, da troca de experiências que os ajude a adquirir novos saberes e sensações, e principalmente a afirmação da diversidade como algo positivo na sociedade (Lima & Cardozo, 2018).

Com relação à diversidade voltada para as novas tecnologias inseridas no contexto educacional, também é importante prestar atenção ao fato de que nem todos os estudantes possuem disponibilidade de uso da internet, da rede ampla de televisão, de computadores e programas de informática, de *tablets* e aplicativos, dentre outras tecnologias presentes nos dias atuais, que podem causar o ‘analfabetismo digital’, e isso vale também para os professores, visto que nem todos têm familiaridade com as novas tecnologias da informação e comunicação (TIC). No entanto, essa questão pode ser superada ao serem desenvolvidas habilidades e competências que lhes permita (a alunos e professores) ingressar no mundo tecnológico mediante uma sensibilização sobre a necessidade de seu uso atualmente.

Nesse sentido, toda a comunidade escolar tem papel fundamental. No caso dos docentes isso pode ser feito mediante a formação continuada que pode ser realizada por meio de capacitações e treinamentos que lhes permita explorar as tecnologias disponíveis na escola, integrando-as à sua sala de aula, os pedagogos podem integrar e enriquecer suas práticas pedagógicas e a gestão pode buscar novas formas de gerenciamento que promovam a inserção das tecnologias no dia a dia escolar (Prata, 2010).

7. O PAPEL DA GESTÃO ESCOLAR NO GERENCIAMENTO DAS DIVERSIDADES

No que se refere aos desafios de educadores e gestores com relação ao gerenciamento das diversidades, é necessário repensar o papel da escola, tema que tem sido pouco discutido nos últimos tempos. Vale ressaltar que é função da escola promover a liberdade, a dignidade, o respeito mútuo, a justiça e a equidade, a solidariedade e o diálogo, tentando desfazer um pouco da injustiça social.

Reconhecer e valorizar a diversidade no contexto das instituições de ensino implica no tratamento diferenciado dos alunos, por meio de uma pedagogia que se adapte às necessidades individuais de cada um, bem como às diferenças existentes, assim como que insira a participação das comunidades locais, já seja nas tomadas de decisão, ou nas atividades desenvolvidas na escola, de forma a propiciar a inclusão escolar e social (Carvalho, 2012).

A gestão escolar deve reconhecer que seus alunos, dentro de suas diversidades, precisam ter respeitadas as suas características individuais. Precisam compreender as finalidades da educação e o novo papel da escola, da comunidade escolar e da comunidade local. Deve-se procurar construir práticas que confirmem a necessidade de respeitar o outro, estimular o diálogo, a participação e a decisão coletiva, possibilitando à comunidade escolar emitir opiniões e ajudar na gestão participativa. Nesse contexto, o gestor escolar exerce um papel de imensa importância, visto ser o responsável por divulgar na escola essas ideias, porque é a partir da divulgação, do fazer conhecer, da expressão das ideias que se pretendem pregar, que as práticas pedagógicas são executadas, e cabe ao gestor escolar dar o pontapé inicial nesse sentido.

O Relatório sobre ‘As Desigualdades da Escolarização no Brasil’ informa que mesmo com os avanços que já ocorreram, não foi possível redirecionar as políticas

educacionais com foco na oferta de uma educação de qualidade, para toda a população, em especial valorizando as diversidades. É preciso continuar, e priorizar o acesso a segmentos que ainda não foram contemplados, assim como é preciso ampliar e estimular a formação continuada de professores, para que possam estar permanentemente atualizados com relação às diversidades (Brasil 2014, como citado em Lima & Cardozo, 2018).

É necessário que a gestão promova ações produtivas que gerem crianças motivadas e participativas, com docentes competentes, capacitados e dedicados, estimulando aulas criativas, interessantes e lúdicas, com recursos financeiros, tecnológicos e outros disponíveis para a comunidade escolar, mas que procure incluir o máximo possível de alunos, eliminando ou reduzindo as diferenças, aceitando a diversidade (Prata, 2010).

Em resumo, a diversificação das sociedades, a comunicação a nível global, a internacionalização dos direitos humanos e a projeção deles para a educação requer um docente intelectual e reflexivo, conhecedor dos conteúdos a serem ministrados, assim como das metodologias a serem empregadas, das características e condições da sociedade onde vive e onde vivem seus alunos, atento às questões sociais, com consciência de sua autonomia profissional a ponto de transmitir seus conhecimentos de mundo aos alunos, decidindo e questionando suas práticas continuamente, com capacidade de análise crítica dos processos sociais e escolares, capaz de avaliar constantemente suas escolhas e ações (Cardoso, 2001).

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo geral compreender qual é o papel da gestão escolar no gerenciamento da diversidade nas instituições de ensino no século XXI. Foi possível verificar como função da gestão, repensar o papel da escola, procurando inserir um tratamento diferenciado aos alunos, adaptando-se às necessidades individuais de cada um, bem como às diferenças existentes, visando a inclusão escolar e social.

Vale ressaltar também a importância de obter uma educação de qualidade para todos, priorizando o acesso às minorias, multiplicando a existência de crianças motivadas e participativas, com docentes bem-preparados e dedicados, ministrando aulas interessantes e motivadoras, empregando os diversos recursos existentes na instituição, inclusive as novas tecnologias de informação e comunicação, minimizando

ou eliminando as diferenças, entendendo a diversidade como um trunfo e não como um problema.

Portanto, entende-se que em pleno século XXI é necessário que a gestão escolar amplie seu papel, que insira colaboradores, docentes, alunos e comunidade nas suas decisões, e que repense a função da escola como promotora da inclusão social, mitigadora das diferenças e fomentadora do respeito à diversidade.

REFERÊNCIAS

Cardoso, C. (2001) *Os Desafios da Diversidade e das Novas Tecnologias.* A página da Educação, n. 107, ano 10. Disponível em: <https://www.apagina.pt/?aba=7&cat=107&doc=8565&mid=2> Acessado em: 01 de abr. de 2020

Carvalho, E. J. G. de. (2012) Diversidade Cultural e Gestão Escolar: alguns pontos para reflexão. *Revista Teoria e Prática da Educação*. v. 15, n. 2, p. 85-100, mai./ago. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/TeorPratEduc/article/view/20181/10527> Acessado em: 01 de abr. de 2020.

Carvalho, E. J. G. de. (2011) Diversidade Cultural: novos desafios para a gestão escolar. *25º Simpósio Brasileiro de Política e Administração da Educação.* 23 e 30 de abril. Disponível em: <http://www.anpae.org.br/simposio2011/cdrom2011/PDFs/trabalhosCompletos/comunicacoesRelatos/0171.pdf> Acessado em: 01 de abr. de 2020.

Gil, A. C. (2010) *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5ª ed. São Paulo: Atlas.

Hermann, N. (2015) Pensar arriscado: a relação entre filosofia e educação. *Educ. Pesqui.,* São Paulo, v. 41, n. 1, p. 217-228, jan./mar. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-97022015011700> Acessado em: 17 de maio de 2023.

Lima, F. das C. S.; & Cardozo, M. J. P. B. (2018) Diversidade e Gestão Democrática no Contexto Educacional. *Revista Exitus.* Santarém (PA), vol. 8, n. 1, p. 87-111, jan./abr. Disponível em: <http://www.ufopa.edu.br/portaldeperiodicos/index.php/revistaexitus/article/viewFile/391/302> Acessado em: 01 de abr. de 2020.

Marconi, M. de A.; & Lakatos, E. M. (2010) *Fundamentos de Metodologia Científica.* (7ª ed.) São Paulo: Atlas.

Martinelli, M. A. R.. (2018) *Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE*. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação. Programa de Desenvolvimento Educacional. Curitiba: SEED – Pr. Disponível em:

<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_pdp_gestao_uel_marliaparecidarivelinimartinelli.pdf> Acessado em: 01 de abr. de 2020

Pereira, L. de O., Silva, C. A. da, Petzold, P. da S., & Ravache, R. L. (2020) A importância da filosofia da educação*. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento.* ano 05, ed. 01, vol. 10, pp. 05-12. jan. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/filosofia-da-educacao> Acessado em: 17 de maio de 2023.

Prata, C. L. (2010) *Gestão Escolar e as Tecnologias.* Disponível em: <http://www.virtual.ufc.br/cursouca/modulo_3b_gestores/tema_05/anexos/anexo_5_tics_na_gestao_escolar2010_CarmemPrata.pdf> Acessado em: 01 de abr. de 2020.

Dos Santos, A. M.; & Bonin, J. C. (2018). *Filosofia da educação*: implicações e impactos na pedagogia. Educere et Educare, v. 13, n. 27, p. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/educereeteducare/article/view/16850> Acessado em: 17 maio. 2023.

Severino, A. J. (2007) *Metodologia do Trabalho Científico*. 23ª ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez.

CHAPTER V

NON-PHARMACOLOGICAL AND MITOCHONDRIAL THERAPIES FOR ALZHEIMER'S DISEASE: THE GAP AMONG ANIMAL AND PATIENTS' STUDIES

TERAPIAS NÃO-FARMACOLÓGICAS E MITOCONDRIAIS PARA A DOENÇA DE ALZHEIMER: A LACUNA ENTRE OS ESTUDOS EM ANIMAIS E OS ESTUDOS COM PACIENTES

DOI: 10.51859/amplla.sset.2124-5

Ricardo Augusto Leoni De Sousa [1,2]
Bruno Ferreira Mendes [1,3,4]
Victor Hugo de Melo [5]
Ricardo Cardoso Cassilhas [1,2]

[1] Physical Education Department, Federal University of the Valleys of Jequitinhonha and Mucuri (UFVJM), Diamantina, Minas Gerais, Brazil.
[2] Neuroscience and Exercise Study Group (Grupo de Estudos em Neurociência e Exercício-GENE), UFVJM, Diamantina, Minas Gerais, Brazil.
[3] Centro Universitário Presidente Tancredo de Almeida Neves (UNIPTAN), Minas Gerais, Brazil.
[4] Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ), Minas Gerais, Brazil.
[5] Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió, Alagoas, Brazil.

ABSTRACT

Alzheimer's disease (AD) is the most common neurodegenerative disorder that leads to dementia development and does not have a cure. Neuronal loss, formation of plaques and tangles, inflammation, and diminished neurogenesis are some of the main features in AD. It is a strong scientific interest that the development of AD's animal models occurs to investigate the pathology and molecular mechanisms, identify potential biomarkers, and to assess the safety of therapeutic intervention prior to human studies. However, several research are using different approaches, like non-pharmacological (i.e., exercise, nutrition, etc) and pharmacological interventions, have been applied to a great diversity of animal models of AD and often showing success in treating and completely reversing the AD-like pathology, but the same has not been seen in clinical trials. Therefore, are the animal models of AD exercising too much or is the drug dosage administered absurd to reverse the negative outcomes of this disease? Here, we review and analyze possible directions towards the development of new therapies for AD that could be translated from animal models to patients.

Keywords: Cognitive function. Dementia. Memory. Mitochondria. Neuroinflammation.

RESUMO

A doença de Alzheimer (DA) é o distúrbio neurodegenerativo mais comum que leva ao desenvolvimento de demência e não tem cura. Perda neuronal, formação de placas e emaranhados neurofibrilares, inflamação e diminuição da neurogênese são algumas das principais características da DA. É de forte interesse científico que o desenvolvimento de modelos animais de DA ocorra para investigar a patologia e os mecanismos moleculares, identificar potenciais biomarcadores e avaliar a segurança da intervenção terapêutica antes dos estudos em humanos. Várias pesquisas estão usando abordagens diferentes, como intervenções não farmacológicas (ou seja, exercício, nutrição, etc.) e farmacológicas, que foram aplicadas a uma grande diversidade de modelos animais de DA e muitas vezes mostram sucesso no tratamento e na reversão completa da DA, mas o mesmo não foi visto em ensaios clínicos. Portanto, estariam os modelos animais de DA se exercitando demais ou a dosagem do medicamento administrado seria absurda para reverter os resultados negativos desta doença? Aqui, revisamos e analisamos possíveis direções para o desenvolvimento de novas terapias para a DA que possam ser traduzidas de modelos animais para pacientes.

Palavras-chave: Função cognitiva. Demência. Memória. Mitocôndria. Neuroinflamação.

1 INTRODUÇÃO

Alzheimer's disease (AD) is the most common cause of dementia and does not have a cure. AD patients show increased neuronal loss, formation of plaques and tangles and diminished neurogenesis, with neuroinflammation playing a fundamental role at all stages of this disease (De Sousa et al. 2020). The molecular mechanisms involving AD present different theories that are linked in-between, like deficits in acetylcholine (Magdesian et al. 2005), hyperphosphorylation of Tau protein (Mandelkow and Mandelkow 1998), and accumulation of amyloid-beta (Aβ) peptide, which are also called Aβ oligomers (Lacor et al. 2007), with insulin resistance being usually present in this disease (De Sousa et al. 2020).

Intringuily, it has been shown that independently of peripheral metabolic status bad life style habits such as the consumption of a high-fat diet (Takalo et al. 2014) will favor the enhancement of Tau expression with these effects being greater in sedentary animals (Jeong and Kang 2018). It seems that some non-pharmacological mechanisms, such as dietary imbalance, might contribute to epigenetic changes that lead to the development of AD. The usage of non-pharmacological interventions like dietary management (Arem et al. 2013) have shown positive results in people with different pathologies, such as diabetes and cancer, respectively. However, the amazing results in reversing AD in animal models of this pathology have not been seen in humans yet. Here, we review and analyze possible directions towards the development of new therapies for AD that could be translated from animal models to patients.

2 DIETARY INTERVENTIONS

Among the non-pharmacological interventions indicated to diminish the risk or treat AD is controlling what you eat (Scarmeas et al. 2009). But can healthy diets really postpone the progression of AD in elderly individuals (George and Hemachandra Reddy 2019)? Kadish et al. showed that dietary composition will accelerate or not the development of cognitive decline transgenic (Tg) AD mice (Kadish et al. 2016). The results of this study revealed that long-term feeding with balanced diets having similar caloric content, but with significant changes in the source of calories, induces cognitive impairment when compared to the control diet, and this effect is much more significant in Tg animals with AD pathology.

It is known that changes in dietary balance can affect neuronal and glial cells, and also induce behavioral alterations (Freeman et al. 2011; de Sousa et al. 2019). The usage of high-fat diet, for example, leads to impairment in sensorimotor gating (Labouesse et al. 2013), and affects memory in rodents (Lee et al. 2016). It is known that chronic administration of high-fat diet, starting at the time of weaning, is enough to induce the cognitive impairment and formation of Aβ oligomers in mice with 6months of age (Petrov et al. 2015).

Petrov et al. also showed that these changes are followed by a significantly reduced activity of the mitochondrial oxidative phosphorylation system (OXPHOS) indicating that mitochondria complexes play a pivotal role in memory formation and retention in both the AD-like rodents which were treated with high-fat diet (Petrov et al. 2015). A vast number of proteins related to AD (APP, Aβ 1-40, Aβ 1-42, Tau, and p Ser^{404}Tau) pathology, insulin resistance (pSer^{612}-IRS1, IRS-1, pSer^{723}-IRS2, IRS-2, IGF-1, IGF-1R, INS-1, INSR), inflammation (pSer473-AKT, AKT pTyr^{216}-GSK3β, GSK3β, pThr^{183}/pTyr^{185}-JNK1, JNK1, pThr^{202}/pTyr^{204}- ERK1/2, ERK1/2, pTyr^{15}-CDK5, CDK5) and OXPHOS (Prkaa1, Prkaa2 Pparg, PGC-1α, mitochondrial complex I (MCI), 2, 3, 4, 5) were analyzed. Their results indicate that just the usage of high-fat diet in control mice can trigger some of the features of the AD mouse model APP-PS1.

Another dietary intervention that has been extensively studied is caloric restriction because it can be used as treatment or prevention to AD (Dias et al. 2020). A few studies have shown that a long-term caloric restriction preserves cardiac function with an improvement in cardiomyocyte function and enhanced autophagy (Han et al. 2012; Melo et al. 2013). Not only a moderate caloric restriction, but also a severe caloric restriction presented improvement in several physiological aspects and delayed the onset of age-related pathologies (Colman et al. 2009; Melo et al. 2016). Nevertheless, Wahl et al. revealed that a calorie restriction and *ad libitum* low-protein, and high-carbohydrate diets improve cardiometabolic health in mice of both sexes (Wahl et al. 2018). The authors also showed that these diets changed hippocampal gene expression with caloric restriction being associated to better performance in the behavioral tasks related to cognitive function and memory mostly in female mice, but with male mice showing improvement at 13 months-age on 10% protein diets. The positive effects of caloric restriction were partially mediated by enhanced expression of silent information regulator 1 (SIRT1), the nuclear transcriptional co-activator peroxisome proliferator-activated receptor-γ co-activator-1-α (PGC-1α), and greater

BDNF levels, especially in the hippocampus. Another research showed that caloric restriction is also capable to reduce Aβ 1-40 and Aβ 1-42 in a mouse model (Dhurandhar et al. 2013). Nevertheless, there is another non-pharmalocogical intervention, physical exercise, that has been applied successfully in reversing AD in several animal models of the disease.

3 PHYSICAL EXERCISE

A recent systematic review evaluated different protocol of physical exercise applied in several animal models of AD (De Sousa et al. 2021). In this study, the authors identified that running on treadmill is the most common adopted protocol to Tg APP/PS1ΔE9 mice or to animals that received intracerebroventricular (i.c.v) infusion of Aβ oligomers. The exercise intensity most evaluated in the studies analyzed in this systematic review was moderate being performed 60 min/day, 5 days/week during 3 to 4 weeks. All studies evaluated in this study significantly diminished the main AD outcomes. It was also identified that there are no studies that have evaluated the outcomes of different resistance training protocols in animal models of AD. Finally, the authors suggested that physical exercise protocols must be adapted to the specie of the animal, its lineage and life span.

PGC-1α/FNDC5/Irisin pathway has been also pointed as a possible therapeutic target for mitochondrial biogenesis in neurodegenerative disorders (Jamwal et al. 2021), such as AD. Therefore, Irisin induces several neuroprotective effects in AD, such as reduction of plaques and enhancement of the brain derived neuro factor (BDNF). Nevertheless, Sirtuin 1 also plays a pivotal role on the PGC-1α/FNDC5/Irisin pathway (Oliveira et al. 2014; Koo et al. 2017). Therefore, physical exercise and caloric restriction seem to be an excellent non-pharmacological tool to prevent and fight AD (Figure 1).

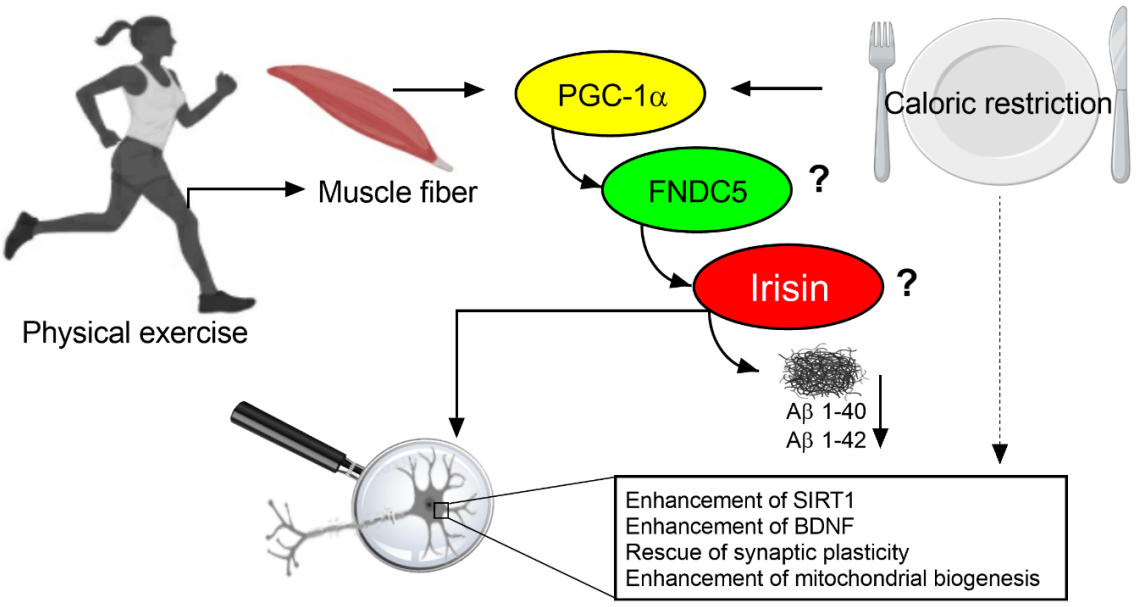


Figure 1. Physical exercise and caloric restriction induce neuroprotective effects in Alzheimer's disease.

The practice of physical exercise enhances the expression of PGC-1α and FNDC5, which is cleaved and generates Irisin. The production of Irisin occurs in muscle fibers leads to the enhancement of SIRT1 and BDNF levels, improvement of mitochondrial biogenesis, regeneration of synaptic plasticity and reduces the soluble and insoluble Aβ 1-40 and 1-42. Caloric restriction also leads to reduction of amyloid plaques, rescue of synaptic plasticity, enhancement of SIRT1 and BDNF levels and mitochondrial biogenesis. However, it is still unknown if caloric restriction would lead to significant changes in FNDC5 and Irisin, which are supposed to be significantly improved just by physical exercise.

4 NEW DIRECTIONS FOR TRANSLATIONAL THERAPIES TO ALZHEIMER'S DISEASE

Until now, animal models of AD have had total success reversing AD pathology entirely, while, after so many years of research, we are still far from finding a cure to this devastating disease. However, there are new therapeutic strategies for AD by improving, maintaining or rescuing brain energetics (Cunnane et al. 2021). Therefore, mitochondrial dysfunction is an important event during AD development and mouse models are able to provide important tools to better understand the molecular mechanisms involved in AD.

A recent review highlighted various aspects of changes in mitochondrial dynamics and function in AD. The authors described that morphological alterations in mitochondrial dynamics are regulated and balanced by a variety of proteins, which are known as fission and fusion proteins. Dynamin GTPase regulators Optic Atrophy 1 (OPA1), Mitofusin 1 (MFN1), Mitofusin 2 (MFN2) are fusion proteins, while dynamin-like GTPase regulator Dynamin related protein 1 (DRP1) and several receptor/adaptor proteins are considered to be fission proteins. Fusion proteins are enhanced by physical exercise, while fission proteins are usually reduced (Marques-Aleixo et al. 2015). These proteins act at outer mitochondrial membrane and in the inner mitochondrial membrane to produce the necessary morphophysiological changes to these cells. This study also shows that axonal transport mediates the mitochondria transportation within neurons. Thus, it is expected that non-pharmacological (i.e. caloric restriction and exercise) and pharmacological interventions will improve mitochondria function and help to find new targets to inhibit, delay or stop the progression of AD.

A promising target therapeutic related to mitochondria dysfunction is 5' adenosine monophosphate-activated protein (AMPK), which is activated when the cellular (AMP+ADP)/ATP ratio grows and also works as a detector of fuel deficiency (McCarty 2014). AMPK regulates autophagy processes through the the enhancement of UNC-51-like kinase 1 (ULK1) signaling and management of the mechanistic target of rapamycin (mTOR); inhibits nuclear factor kappa B (NF-κB) pathway, therefore, suppressing inflammation; and stimulates forkhead box protein O (FoxO)/dauer formation protein-16 (DAF-16) – a pro-longevity pathway; induces the stimulation of nuclear factor erythroid-derived 2 (Nrf2)/skinhead family member 1 (SKN-1) – responsible for cell defense against oxidative stress; and stimulates SIRT1signaling pathways, which improves cellular stress resistance (Salminen and Kaarniranta 2012). Mitochondrial SIRT3 is also known for providing neuroprotection (Barbato et al. 2015). It seems that the most important AD features are associated with mitochondria dysfunction and targeting mitochondrial complexes, especially MCI, is a promisor pathway to the development of new and efficient therapies. Thus, targeting AMPK and MCI to the development of new therapies can lead to a scientific breakthrough on the prevention and treatment of AD (Figure 2).

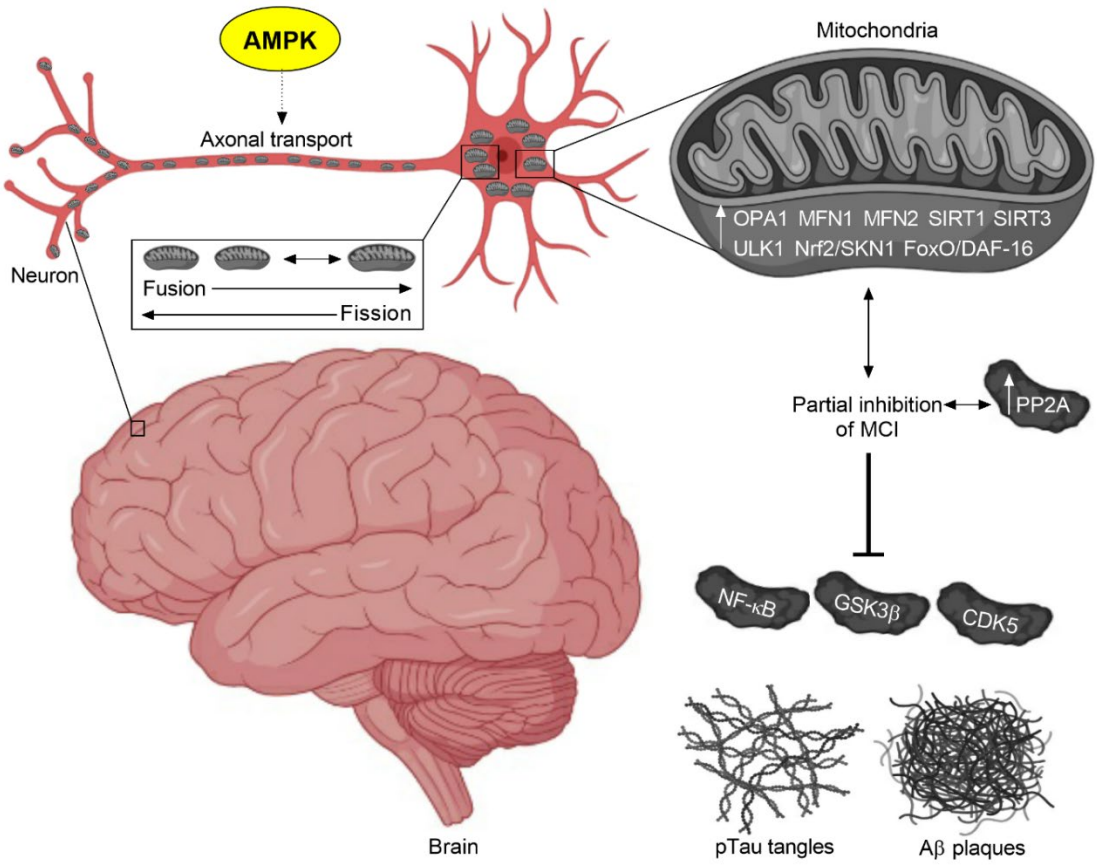


Figure 2. Targeting mitochondrial cellular and molecular mechanisms as a possible therapeutic to attenuate the consequences of Alzheimer's disease.

Targeting changes in mitochondrial dynamics and function has shown some benefits. A pivotal protein in this therapeutic is AMPK, which induces the enhancement of fusion(OPA1, MFN1, MFN2), ULK1, SIRT1, and to greater activation of FoxO/DAR-16,andNrf2/SKN1signalingpathways. Mitochondrial SIRT3 is also enhanced to provide neuroprotection. Partial inhibition of MCI will favor greater expression of OPA1, MFN1, MFN2, ULK1, SIRT1, SIRT3, FoxO/DAR-16, Nrf2/SKN1 and PP2A with concomitant inhibition of NF-B, GSK3 and CDK5, and contribute to the reduction of the formation of plaques and tangles, which is a remarkable feature of AD. Therefore, targeting AMPK and MCI can lead to the development of new therapies in AD.

A recent theory has claimed that not only mitochondrial dysfunction, but also inflammation, and oxidative stress that could contribute to cognitive decline, mood disorders, and the development of neurodegenerative diseases would be mediated by ferroptosis, excess of iron, in the neuronal and glial cells.

There are many questions involving the successful usage of pharmacological and non-pharmacological interventions that have not got to be reproducible in humans:

i) Are the dose-time interventions appropriate in the animal models of AD?; ii) Are the physiological differences between species/lineages/sex-gender not undertaken when applying the inventions to both animal models and humans?; iii) Are the studies involving animal models of AD designed to be translational to humans or are the authors just worried in getting a publication in high-impact journals without really carrying about the possible translational mechanisms? The reproducibility of animal studies is also something questionable. If the studies were designed to be possibly translated to humans it would help to reduce bias and it would improve the quality of the published papers too.

5 CONCLUSION

Animal models of AD have been established to serve as a testing stage prior to human clinical trials. It is a scientific interest that the development of AD's animal models to investigate the pathology and molecular mechanisms, identify potential biomarkers, and to assess the safety of therapeutic intervention prior to human studies. Using different animal models and interventions can lead to the development of new therapies that inhibits partially or totally the development and progression of AD. Non-pharmacological and mitochondrial therapies for AD are a promissory field of exploration.

REFERENCES

Arem H, Neuhouser ML, Irwin ML, et al (2013) Omega-3 and omega-6 fatty acid intakes and endometrial cancer risk in a population-based case-control study. Eur J Nutr 52:1251–60. https://doi.org/10.1007/s00394-012-0436-z

Barbato DL, Tatulli G, Vegliante R, et al (2015) Dietary fat overload reprograms brown fat mitochondria. Front Physiol 6:1–12. https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00272

Colman RJ, Anderson RM, Johnson SC, et al (2009) Dietary restriction delays disease onset and mortality in rhesus monkeys. Science 325, 201–204 (2009). Science 325:201–204. https://doi.org/10.1126/science.1173635.Caloric

Cunnane SC, Trushina E, Morland C, et al (2021) Brain energy rescue: an emerging therapeutic concept for neurodegenerative disorders of ageing. Nat Rev Drug Discov 19:609–633. https://doi.org/10.1038/s41573-020-0072-x.Brain

de Sousa RAL, de Lima E V., da Silva TP, et al (2019) Late Cognitive Consequences of Gestational Diabetes to the Offspring, in a New Mouse Model. Mol Neurobiol 56:7754–7764. https://doi.org/10.1007/s12035-019-1624-0

De Sousa RAL, Harmer AR, Freitas DA, et al (2020) An update on potential links between type 2 diabetes mellitus and Alzheimer's disease. Mol Biol Rep 47:6347–6356. https://doi.org/10.1007/s11033-020-05693-z

De Sousa RAL, Rodrigues CM, Mendes BF, et al (2021) Physical exercise protocols in animal models of Alzheimer ' s disease : a systematic review. Metab Brain Dis 36:85–95. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11011-020-00633-z

Dhurandhar EJ, Allison DB, van Groen T, Kadish I (2013) Hunger in the Absence of Caloric Restriction Improves Cognition and Attenuates Alzheimer's Disease Pathology in a Mouse Model. PLoS One 8:2–9. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0060437

Dias IR, Santos C de S, Magalhães COD e., et al (2020) Does calorie restriction improve cognition? IBRO Reports 9:37–45. https://doi.org/10.1016/j.ibror.2020.05.001

Freeman L, Zitlin V, Stevens C, Granholm A-C (2011) Diet induced effects on neuronal and glial elements in the middle-aged rat hippocampus. Nutr Neurosci 14:32–44. https://doi.org/10.1179/174313211X12966635733358.Diet-induced

George EK, Hemachandra Reddy P (2019) Can Healthy Diets, Regular Exercise, and Better Lifestyle Delay the Progression of Dementia in Elderly Individuals? J Alzheimer's Dis 72:S37–S58. https://doi.org/10.3233/JAD-190232

Han X, Turdi S, Hu N, et al (2012) Influence of long-term caloric restriction on myocardial and cardiomyocyte contractile function and autophagy in mice. J Nutr Biochem 23:1592–1599. https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2011.11.002

Jamwal S, Blackburn JK, Elsworth JD (2021) PPARγ/PGC1α signaling as a potential therapeutic target for mitochondrial biogenesis in neurodegenerative disorders. Pharmacol Ther 219:1–18. https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2020.107705

Jeong J-H, Kang E-B (2018) Effects of treadmill exercise on PI3K/AKT/GSK-3β pathway and tau protein in high-fat diet-fed rats. J Exerc Nutr Biochem 22:9–14. https://doi.org/10.20463/jenb.2018.0002

Kadish I, Kumar A, Beitnere U, et al (2016) Dietary composition affects the development of cognitive deficits in WT and Tg AD model mice. Exp Gerontol 86:39–49. https://doi.org/10.1016/j.exger.2016.05.003

Koo JH, Kang EB, Oh YS, et al (2017) Treadmill exercise decreases amyloid-β burden possibly via activation of SIRT-1 signaling in a mouse model of Alzheimer's disease. Exp Neurol 288:142–152. https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2016.11.014

Labouesse MA, Stadlbauer U, Langhans W, Meyer U (2013) Chronic high fat diet consumption impairs sensorimotor gating in mice. Psychoneuroendocrinology 38:2562–2574. https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2013.06.003

Lacor PN, Buniel MC, Furlow PW, et al (2007) Abeta oligomer-induced aberrations in synapse composition, shape, and density provide a molecular basis for loss of

connectivity in Alzheimer's disease. J Neurosci 27:796–807. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3501-06.2007

Lee J-M, Park J-M, Song MK, et al (2016) Comparison of the behavioral effects of exercise and high fat diet on cognitive function in adolescent rats. J Exerc Rehabil 12:520–525. https://doi.org/10.12965/jer.1632856.428

Magdesian MH, Nery A a, Martins a HB, et al (2005) Peptide blockers of the inhibition of neuronal nicotinic acetylcholine receptors by amyloid beta. J Biol Chem 280:31085–90. https://doi.org/10.1074/jbc.M502406200

Mandelkow E, Mandelkow E (1998) Tau in Alzheimer's disease. Trends Cell Biol 8:425–427. https://doi.org/10.1016/S0962-8924(98)01368-3

Marques-Aleixo I, Santos-Alves E, Balça MM, et al (2015) Physical exercise improves brain cortex and cerebellum mitochondrial bioenergetics and alters apoptotic, dynamic and auto(mito)phagy markers. Neuroscience 301:480–495. https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2015.06.027

McCarty MF (2014) AMPK activation - Protean potential for boosting healthspan. Age (Omaha) 36:641–663. https://doi.org/10.1007/s11357-013-9595-y

Melo DS, Costa-Pereira L V., Santos CS, et al (2016) Severe calorie restriction reduces cardiometabolic risk factors and protects rat hearts from ischemia/reperfusion injury. Front Physiol 7:1–8. https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00106

Melo DS, Riul TR, Esteves EA, et al (2013) Effects of severe caloric restriction from birth on the hearts of adult rats. Appl Physiol , Nutr , Metab 38:879–885

Oliveira NRC, Marques SO, Luciano TF, et al (2014) Treadmill training increases SIRT-1 and PGC-1 α protein levels and AMPK phosphorylation in quadriceps of middle-aged rats in an intensity-dependent manner. Mediators Inflamm 2014:1–12. https://doi.org/10.1155/2014/987017

Petrov D, Pedrós I, Artiach G, et al (2015) High-fat diet-induced deregulation of hippocampal insulin signaling and mitochondrial homeostasis deficiences contribute to Alzheimer disease pathology in rodents. Biochim Biophys Acta - Mol Basis Dis 1852:1687–1699. https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2015.05.004

Salminen A, Kaarniranta K (2012) AMP-activated protein kinase (AMPK) controls the aging process via an integrated signaling network. Ageing Res Rev 11:230–241. https://doi.org/10.1016/j.arr.2011.12.005

Scarmeas N, Luchsinger JA, Schupf N, et al (2009) Physical Activity, Diet, and Risk of Alzheimer Disease. JAMA - J Am Med Assoc 302:627–637. https://doi.org/10.1038/jid.2014.371

Takalo M, Haapasalo A, Martiskainen H, et al (2014) High-fat diet increases tau expression in the brain of T2DM and AD mice independently of peripheral metabolic status. J Nutr Biochem 25:634–641. https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2014.02.003

Wahl D, Solon-Biet SM, Wang Q-P, et al (2018) Comparing the Effects of Low-Protein and High-Carbohydrate Diets and Caloric Restriction on Brain Aging in Mice. Cell Rep 25:2234–2243. https://doi.org/10.1016/j.celrep.2018.10.070.Comparing

CHAPTER VI

POSSIBILITIES FOR OBTAINING BIOMOLECULES FROM FISH PROCESSING WASTE IN AMAZONAS/BRAZIL

POSSIBILIDADES DE OBTENÇÃO DE BIOMOLÉCULAS A PARTIR DE RESÍDUOS DO BENEFICIAMENTO DO PESCADO NO AMAZONAS/BRASIL

DOI: 10.51859/amplla.sset.2124-6

Daniel de Queiroz Rocha [1]
Maria Lucy Eufrazio Bastos [2]
Wyslen Isaac do Vale Said [2]
Kelly Borges de Almeida Rocha [3]
Renilto Frota Corrêa [4]
Jaqueline Bezerra de Araújo [5]

[1] Professor EBTT do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Avançado Manacapuru – IFAM
[2] Discente do Curso Técnico Integrado de Recursos Pesqueiros do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Avançado Manacapuru – IFAM
[3] Assistente Social do Instituto de Desenvolvimento Agropecuário, Florestal e Sustentável do Estado do Amazonas - IDAM
[4] Pesquisador colaborador do grupo de pesquisa NECTAM do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus-Centro – IFAM
[5] Professora EBTT do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus-Centro – IFAM.

ABSTRACT

The characterization of solid waste from fish processing represents an important action to minimize waste, evaluate the best forms of reuse and contribute to the economic and social development of populations in the Amazon Region. Therefore, knowing the waste generated and the potential biomolecules that can be obtained from these materials are relevant for the local bioeconomy. In this sense, the objective was to carry out a survey of the potential for obtaining biomolecules from the possible processing of solid waste generated by fish processing units authorized in the municipality of Manacapuru/Amazonas. There are eight authorized companies in that city, data were obtained from 03 companies through the application of questionnaires, estimating, during the harvest period and having as the main species, Pirarucu, Tambaqui and Aruanã, which are 3.6 t were processed, with 60.0% of this corresponding to the amount of waste generated, resulting in approximately 2.1 t of waste.

Keywords: Biomolecules. Fish waste. Bioeconomy.

RESUMO

A caracterização dos resíduos sólidos do beneficiamento do pescado representa uma importante ação para minimizar o desperdício, avaliar as melhores formas de reaproveitamento e contribuir no desenvolvimento econômico e social das populações da Região Amazônia. Assim, conhecer o resíduo gerado e os potenciais de biomoléculas que podem ser obtidos a partir desses materiais mostra-se relevante para bioeconomia local. Nesse sentido, objetivou-se realizar levantamento do potencial de obtenção de biomoléculas a partir do possível processamento dos resíduos sólidos gerados pelas unidades de beneficiamento de pescado autorizadas no município de Manacapuru/Amazonas. Das 08 empresas autorizadas no município de Manacapuru/AM, foram obtidos dados de 03 empresas através da aplicação de questionários, estimando-se, durante o período de safra e tendo como as principais espécies, o Pirarucu, o Tambaqui e a Aruanã, que são beneficiados 3,6 t, sendo 60,0% disto correspondente à quantidade de resíduos gerados, resultando, aproximadamente, em 2,1 t de resíduo.

Palavras-chave: Biomoléculas. Resíduos de peixe. Bioeconomia.

1 INTRODUÇÃO

No Amazonas, no município de Manacapuru, localizado a 85 km de Manaus, o cultivo do pescado, principalmente do Pirarucu (Arapaima gigas) e do Tambaqui (Colossoma macropomum), está inserido na política pública do estado de fomento à atividade, a partir do desenvolvimento de Projetos Prioritários, os quais foram selecionados criteriosamente pelo Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas (IDAM). Atualmente, no Amazonas, existem 52,15 mil pescadores – pesca artesanal e pesca manejada – envolvendo indiretamente 200 mil pessoas no sistema produtivo de pescado e seus subprodutos, contribuindo para manutenção das famílias e evitando o êxodo rural (Amazonas, 2021).

Com isso, o aumento do número e do tamanho dos empreendimentos destinados ao beneficiamento do pescado, motivado, principalmente, pela expansão da produção aquícola e crescente demanda por produtos de qualidade e conveniência, traz consigo a necessidade de se buscar alternativas para o gerenciamento e aproveitamento dos resíduos sólidos e efluentes gerados, de maneira a evitar que problemas ambientais sejam efetivados com a disposição inadequada desses resíduos no solo e nos corpos hídricos (Corrêa, 2018; Silva; Lima; Lima, 2023).

Neste sentido, a abordagem da economia circular impõe a recuperação completa de componentes, materiais e energia a partir de resíduos. Muitos compostos ativos com aplicações biomédicas e nutricionais podem ser extraídos de resíduos de peixe. A quantificação e o mapeamento da potencial disponibilidade de resíduos ao longo de toda a cadeia de valor do pescado são cruciais para promover a sua real valorização (Greggio et al., 2021).

Assim, conhecer a quantidade e a qualidade do resíduo gerado é um dos primeiros passos na busca do melhor manejo ou destino para este material que, geralmente, assim como, a matéria-prima da qual se origina, é rico em nutrientes, tais como aminoácidos e ácidos graxos da série ômega-3 (Borghesi et al., 2017) e outras potenciais biomoléculas para serem aplicados na indústria de cosméticos e farmacêutica (Murado et al., 2012).

Desta forma, observando a importância da pesca e piscicultura para o desenvolvimento do estado do Amazonas, associada à sustentabilidade e

preservação do meio ambiente, o presente artigo objetivou realizar levantamento das formas de reaproveitamento e do potencial de obtenção de biomoléculas a partir do possível processamento dos resíduos sólidos gerados pelas unidades de beneficiamento de peixe localizadas no município de Manacapuru, estado do Amazonas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bioeconomia do pescado e piscicultura no Amazonas

Os países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), assim como os em desenvolvimento deverão enfrentar uma série de desafios ambientais, sociais e econômicos nas próximas duas décadas, cujas características estão relacionados com o aumento exponencial populacional que vem sobrecarregando os recursos naturais, devido aos padrões de produção e consumo, pois, conforme projeções da (Nações Unidas, 2022), a população global pode atingir a ordem de 8,5 bilhões de habitantes em 2030, 9,7 bilhões em 2050 e 10,9 bilhões ao final do século com 97% dos nascimentos ocorrendo em países em desenvolvimento (Cgee, 2017; OECD, 2009).

Além disso, fatores como o aumento dos rendimentos nos países em desenvolvimento e as alterações climáticas fomentarão a procura por cuidados de saúde e por produtos agrícolas, florestais e pesqueiros, e evidenciam a necessidade de mudança de paradigma e de transformação do atual modelo econômico de desenvolvimento (Silva; Lima; Lima, 2023).

Neste sentido, a biotecnologia oferece soluções tecnológicas para muitos dos problemas de saúde e de recursos que o mundo enfrenta, que pode resultar numa “bioeconomia” emergente e gerar soluções possíveis para reduzir os custos na obtenção de insumos da agropecuária (Junior *et al.*, 2023).

A bioeconomia, contudo, surge como uma alternativa para o desenvolvimento de um estilo de vida mais sustentável, tornando-se imperioso pensar em alternativas econômicas que complementem, no âmbito do estado do Amazonas, o Polo Industrial de Manaus, principal modelo econômico da região metropolitana de Manaus. As alternativas devem privilegiar a biodiversidade e saberes tradicionais, com o intuito de fomentar e investir nas potencialidades encontradas no Estado (Silva; Lima; Lima, 2023).

Logo, no âmbito da pesca e piscicultura, principalmente na destinação dos resíduos das diversas cadeias produtivas, sob o enfoque de uma economia inclusiva, é preciso implementar políticas que estimulem ações voltadas para comunidades indígenas, mulheres e organizações solidárias, como associações e cooperativas, tendo o contexto de reciclagem e de redução do desperdício alimentar para ajudar a remediar o impacto negativo da acumulação de resíduos (Ceccotti *et al.*, 2022).

2.2 Produção e beneficiamento do pescado no Amazonas

As principais atividades econômicas na Amazônia são a pesca, extração de madeira e agricultura, as quais possuem sazonalidade e relação direta com a sustentabilidade (Ferreira, 2016). A Lei nº 11.959/2009 (Brasil, 2009), que dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, define a pesca, em seu artigo 2º, como “toda operação, ação ou ato tendente a extrair, colher, apanhar, apreender ou capturar recursos pesqueiros”, destaca ainda, no artigo 8º, a natureza da pesca em duas esferas: Comercial e Não-Comercial.

O Estado do Amazonas é o maior mercado consumidor per capita de pescado no Brasil, cerca de 100 espécies são capturadas para consumo dos ribeirinhos e para comercialização. Na época da seca dos rios, aumenta a quantidade de peixes, provocando o aumento da oferta e da redução do preço do produto, mas 15% dessa quantidade é desperdiçada, em razão da falta de locais adequados de armazenagem, transporte precário e falta de logística para exportar o excedente que é produzido (Barbosa; Moro; Mello, 2018).

Neste sentido, a indústria de processamento de pescado integra a cadeia produtiva do pescado para suprir a necessidade de redução dos desperdícios, sendo essa indústria, no Brasil, inserida dentro do ramo de processamento de alimentos, dentro do agronegócio. Na cadeia produtiva do pescado, a indústria processadora de pescado representa uma conexão com os pescadores comerciais ou não, sendo o setor responsável pela transformação, absorvendo os insumos e a matéria-prima e as repassando para a comercialização. A transformação engloba as atividades de corte, filetagem, salga, secagem, defumação, cozimento, congelamento e enlatamento de matéria-prima, aumentando a produtividade e a rentabilidade da atividade pesqueira (Barros, 2008).

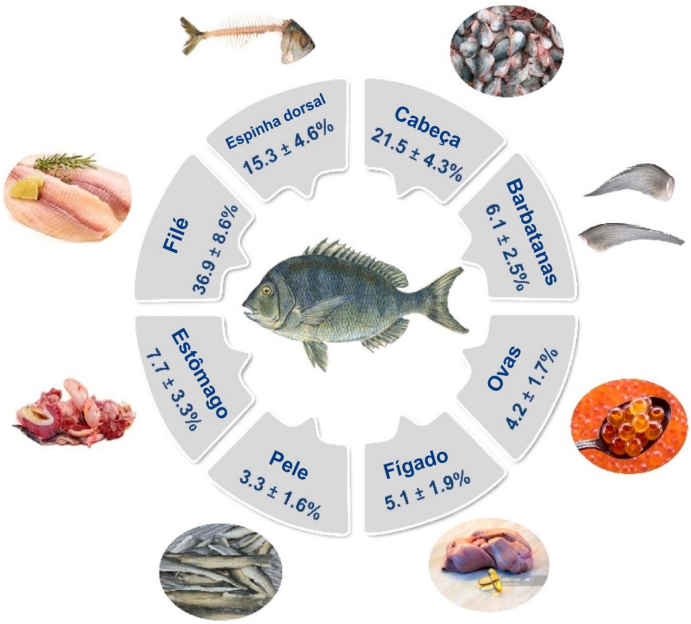
Por conseguinte, devido aos novos padrões de comportamento do consumidor, que deseja mais praticidade e facilidade de manuseio dos produtos consumidos (filés

ou pedaços empanados e congelados de peixes, dentre outros), essa indústria apresenta um crescimento significativo no Brasil (Barbosa; Moro; Mello, 2018).

2.3 Resíduos sólidos de peixe

Os resíduos de peixes, como ossos, cabeça, pele, escamas, nadadeiras, caudas, vísceras e vísceras, ocorrem em proporções variáveis e são encontradas em todas as fases da cadeia produtiva do pescado, conforme Figura 1. À medida que estas frações ricas em conteúdo orgânico são despejadas em aterros sanitários e em corpos d'água, as ameaças ambientais associadas à contaminação da terra e da água tornam-se grande motivo de preocupação (Thirukumaran *et al.*, 2022).

Figura 1 - Principais subprodutos de peixe. Os valores são uma média de diferentes espécies de peixes (por percentagem do peso corporal) e em base seca.



Fonte: Adaptado de Thirukumaran *et al.*, 2022.

Os tipos e as quantidades de resíduos gerados dependem da espécie utilizada e das fases de processamento da matéria-prima, obtendo-se o produto final desejado. Assim, há a presença de resíduos em diversas etapas do processamento, dependendo do tipo de produto a ser comercializado (filé, laminado, enlatado, em postas, dentre outras). Desta forma, quanto mais diversificada a linha de produção ou maior o beneficiamento pelo qual o pescado é submetido, maiores são as etapas geradoras de resíduos (Silva; Lima; Lima, 2023; Thirukumaran *et al.*, 2022).

2.4 Biomoléculas obtidas de resíduos de peixe

Avanços recentes na valorização de resíduos indicam que essa biomassa representa uma fonte abundante de biomoléculas de alto valor, incluindo enzimas, proteínas funcionais, peptídeos bioativos, polissacarídeos e óleos ricos em ômega-3, entre outras (Khiari, 2022).

2.4.1 Óleos de peixe ricos em Ômega-3

Os ácidos graxos da série ômega-3, particularmente o EPA (ácido eicosapentenoico) e o DHA (ácido docosahexenoico), são essenciais na dieta humana para o crescimento adequado, desenvolvimento e boa saúde e espera-se que o tamanho do mercado de produtos de ômega-3 cresça de 44,4 bilhões de dólares americanos em 2023 para 64,0 bilhões em 2028, sendo o ômega-3 obtido de óleo de peixes um pilar da bioeconomia emergente *(Ciriminna et al.*, 2017; Intelligence, 2024).

Os óleos do resíduo de peixe consistem em frações de ácidos graxos saturados, insaturados, entre esses o ômega-3 (ω-3), vitaminas lipossolúveis, esqualano, fosfolipídios e colesterol, variando de 19% a 21% nas vísceras dos peixes (Iuliano *et al.*, 2023; Naseem *et al.*, 2023; Thirukumaran *et al.*, 2022).

Neste sentido, estudo realizado com resíduos de pescado em feiras da cidade de Campânia/Itália demonstrou que o rendimento do óleo extraído desse material foi de aproximadamente 30 ± 2,0%, em massa fresca. Os teores de EPA e DHA foram 1,49% e 8,06%, respectivamente (Iuliano *et al.*, 2023).

Estudo com resíduos de cabeça de salmão apresentou melhor rendimento de óleo (15,7% em base fresca) quando o material foi hidrolisados usando protease do *Bacillus subtilis* (Protex 30L) a 55 ◦C, sem ajuste de pH ou adição de água. A concentração, em %mol, de EPA foi de 6,1 ± 0,09 e de DHA foi de 8,4 ± 0,07 (Mbatia *et al.*, 2010; Nges; Mbatia; Björnsson, 2012).

2.4.2 Colágeno

Essa proteína estrutural básica é essencial nos tecidos e sistema esquelético, sendo constituinte da pele, tendões, cartilagens, ossos e tecido conectivo. Contém cerca de 30% de glicina, 12% de prolina, 11% de alanina, 10% de hidroxiprolina, 1% de hidroxilisina e pequenas quantidades de aminoácidos polares e carregados (Prestes *et al.*, 2013).

Os tipos de colágeno variam de diâmetro, locais onde são encontrados, composição de aminoácidos, comprimento, além de suas propriedades funcionais. Sendo o tipo de colágeno mais conhecidos nos resíduos de peixes o tipo I (Ferreira; Gomes; Gozzo, 2015).

O colágeno extraído da pele, escamas e ossos de peixes é amplamente explorado para ser utilizado como suporte e transportador na indústria de alimentos e farmacêutica (Lionetto; Corcione, 2021; Muhammad *et al.*, 2017; Prestes *et al.*, 2013).

2.4.3 Outras biomoléculas obtidas a partir de resíduos de peixes

Em estudo realizado com espinhas de peixe obteve-se o hidróxido de fosfato de cálcio (CPH), avaliando sua atividade fotocatalítica na decomposição de corantes venenosos sintéticos industriais antes de sua descarga nos corpos d'água (Moulick *et al.*, 2023).

Pode-se obter, também, antioxidantes, geralmente, os aminoácidos mais reativos (como taurina, cisteína e metionina ou cadeias laterais aromáticas como triptofano, tirosina e fenilalanina), além de enzimas e peptídeos antioxidantes, ácido ascórbico, carotenóides, bem como ácido N-acetil-glutâmico e outros compostos fenólicos (Behera *et al.*, 2022; Yusoh *et al.*, 2022).

Um biopolímero de enorme valor agregado com potencial biotecnológico é o ácido hialurônico que pode ser obtido a partir do humor vítreo do globo ocular da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), a partir da hidrólise enzimática, podendo ser aplicado devido a sua qualidade ser adequada para amplas aplicações biomédicas (Alcântara *et al.*, 2023).

Assim, a aplicação de processos biotecnológicos de extração, separação e isolamento de moléculas com alto valor agregado a partir de resíduos oriundos da indústria pesqueira e piscicultura mostra-se um bionegócio com elevado potencial econômico dentro do conceito da bioeconomia circular, gerando renda e possibilidade de desenvolvimento para as comunidades amazônicas.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho objetivou realizar o levantamento da quantidade de empresas que realizam o beneficiamento do pescado no Amazonas e realizar a estimativa de resíduos gerados por essa empresa em um dos principais municípios do estado com vocação pesqueira. Após isso, realizou-se o estudo bibliográfico para

o levantamento de possibilidades de obtenção de biomoléculas a partir desse resíduos estimado.

Para o levantamento da relação de Unidades de Beneficiamento, foram obtidas informações na relação de estabelecimentos, com cadastro atualizado no Sistema de Inspeção Estadual (SIE), autorizadas pela Agência de Defesa Agropecuária e Florestal do Estado do Amazonas (ADAF), disponibilizadas em documentos oficiais constantes do site oficial, bem como, na relação do Sistema de Inspeção Municipal (SIM), consolidada pela Secretaria Municipal de Produção Rural e Abastecimento – SEMPRA, de Manacapuru, e, por fim, a visita em campo para a localização dos estabelecimentos.

Os dados necessários para a concretização do presente artigo foram provenientes do levantamento documental, em produções técnicas de órgãos de assessoria técnica, e bibliográfico, através da plataforma de periódicos Capes e no Google Acadêmico, que abrangem a utilização de resíduos da indústria do pescado para o reaproveitamento e obtenção de biomoléculas com alto valor agregado.

Estes dados foram, posteriormente, analisados e comparados com os tipos de pescado que são beneficiados nas unidades de processamento do município de Manacapuru, sendo este levantamento realizado através da aplicação de questionário nas unidades de beneficiamento, em Manacapuru/AM, contendo questões abertas, e utilizando, para isso, o aplicativo Google Forms.

As informações abordadas no questionário estão relacionadas à identificação do posto de beneficiamento, com as informações administrativas e gerenciais pertinentes; Levantamento dos tipos de pescado recebidos e quantidades estimadas; Levantamento das quantidades de resíduos geradas no período de safra do pescado (Julho a Novembro) na região; Levantamento do procedimento de descarte dos resíduos e destinação final.

As informações obtidas foram tabuladas e agrupadas em planilha de Excel (Microsoft) para a realização do estudo qualitativo e levantamento do potencial estimado de substâncias e produtos que podem ser obtidos a partir dos resíduos gerados na unidades de beneficiamento do pescado no município de Manacapuru, no estado do Amazonas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No cadastro oficial do SIE, atualizado em 22/08/2023, são autorizadas 156 empresas, sendo 45 estabelecimentos (28,8%) com finalidade relacionada ao Beneficiamento de pescado e produtos de pescado, no Amazonas. Dessas, 06 (seis) empresas encontram-se localizadas no município de Manacapuru/AM. No cadastro municipal, disponibilizado pelo SIM, são cadastradas 04 (quatro) empresas de beneficiamento do pescado, estando, apenas, 02 (duas) com a autorização atualizada em 2023. No total, atualmente, são 08 empresas autorizadas pelos órgãos estadual e municipal. A partir disto, foram visitadas e coletadas informações em 3 empresas, correspondendo 37,5% do total autorizadas em Manacapuru/AM, sendo uma de grande porte, uma de médio porte e outra de pequeno porte.

Os dados obtidos nos questionários e visitas aos locais de beneficiamento do pescado, mostram que resíduos gerados são relacionados às partes cabeça, espinha dorsal, pele/escamas, barbatanas e vísceras (Figura 2), e a quantidade estimada de resíduos gerados durante o processo de beneficiamento corresponde a 60 % do material processado, sendo este dado coincidente ao valor apresentado por (Thirukumaran *et al.*, 2022).

Sobre o descarte dos resíduos gerados, levantou-se que são realizados diretamente no rio ou destinados à viveiros para serem utilizados como alimentação na criação de peixes ou para compostagem na produção de adubos orgânicos.

Figura 2 - Resíduos gerados no processo de beneficiamento do pescado.

Fonte: Autoria própria.

As quantidades estimadas de resíduos gerados nas três empresas de beneficiamento avaliadas são apresentados na Tabela 1, considerando o período da safra do pescado na região. Os principais tipos de pescado processados, conforme as informações obtidas através dos questionários realizados com os responsáveis técnicos da empresas entrevistadas, são o Tambaqui, Curimatá, Pirarucu e Surubim,

dentro os outros tipos também beneficiados como o Pacú, Matrinxã, Aruanã e Dourado.

Tabela 1 - Informações dos tipos de pescado processados e da estimativa de quantidades processadas e de resíduos gerados durante o processo de beneficiamento.

Porte da Empresa	Tipos de Pescado	Capacidade de Beneficiamento (kg/dia)[1]	Qtd Beneficiada / Mês (Kg)[2]	Qtd Beneficiada / Safra (Kg)[3]	Resíduo Gerado (% em massa)	Qtd Resíduos/ Safra (Kg)
Grande	Tambaqui, Pacu, Sardinha, Matrinxã, Curimatá, Aruanã, Aracú, Surubim e Dourado.	5.000	20.000	100.000	60%	60.000
Médio	Surubim, Mapará, Pirarara, Dourado, Piraíba, Pirarucu, Tambaqui, Jaraqui e Sardinha.	15.000	200.000	1.000.000		600.000
Pequeno	Aruanã, Pirarucu e Tambaqui	40.000	500.000	2.500.000		1.500.000
Total		**60.000**	**720.000**	**3.600.000**	**-**	**2.160.000**

[1]Considera a capacidade da planta de produção; [2]Considera 20 dias úteis por mês, [3]Safra corresponde aos meses de Julho até Novembro

Fonte: Autoria Própria.

Assim, estima-se que cerca de 2,0 (duas) toneladas de resíduos são gerados em apenas 3 empresas que realizam o beneficiamento do pescado em Manacapuru, durante o período de safra anual. Dependo do tipo de processamento e pescados beneficiados, a quantidade de resíduos pode variar significativamente, pois alguns processos aplicam apenas a limpeza do pescado, retirando barbatanas e vísceras para o congelamento do produtos e posterior comercialização (Borghesi *et al.*, 2017).

Com isso, observa-se que as quantidade de resíduos levantados neste estudo apresentam grande potencial para a obtenção de biomoléculas com relevância para a biotecnológica nutricional, alimentar e farmacêutica. Ao avaliar as biomoléculas que podem ser extraídas dos diferentes tipos de resíduos gerados na indústria de beneficiamento do pescado, verificou-se que vários estudos apresentam os métodos de obtenção e caracterização de diversas moléculas com alto potencial biotecnológicos, como o ômega-e, colágeno, enzimas, sais minerais etc.

Estudo importante realizado com os resíduos das espécies Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e surubim (*Pseudoplatystoma sp.*) apresentou, em % massa, respectivamente, 0,39 e 0,21 de ácidos graxos do grupo ômega-3, sendo a molécula mais comum, o ácido linolênico (C18:3). Pela qualidade observada na composição em ácidos graxos, principalmente pela presença de ácidos graxos da

série ômega-3, a fração lipídica das vísceras de pescado pode ser recuperada e convertida em óleo para consumo humano (Borghesi *et al.*, 2017; Rustad; Storrø; Slizyte, 2011; Thirukumaran *et al.*, 2022).

Em estudo realizado por Santana *et al.*, 2023 foi preparada silagem a partir de vísceras de peixes, cujo resultado nutricional para a nutrição de tambaqui (*Colossoma macropomum*), apresentou relevantes teores dos lipídios EPA e DHA, de 5,4 a 17,8 e de 1,7 a 8,9 mg/g, respectivamente. Assim, a bioconversão das vísceras dos peixes em silagem torna-o um ingrediente energético para a alimentação aquática que é bem digerido pelos juvenis de tambaqui.

Outro estudo com foco na obtenção de hidroxiapatita foi realizado por Renda *et al.*, 2023, que propõe o uso de materiais adsorventes à base de hidroxiapatita de "baixo custo", preparados a partir de resíduos do tambaqui (ou seja, ossos) por moagem e recozimento térmico.

Potencial relevante para utilização do resíduo de tambaqui (*Colossoma macropomum*) é a possibilidade de obtenção da enzima tripsina, a qual foi purificada a partir do ceco pilórico (evaginações digiformes da parede intestinal) encontrado nas vísceras do peixe, através de tratamento térmico, fracionamento com sulfato de amônio, Sephadex® G-75 e cromatografia de afinidade com p-aminobenzamidina-agarose. Diversas aplicações biotecnológicas podem ser propostas para esta enzima, tripsina, principalmente na indústria alimentícia (Marcuschi *et al.*, 2010).

Para estudos realizados com o pirarucu (*Arapaima gigas*) foram obtidos resultados que mostram esse pescado rico em cálcio, ferro, potássio, vitamina D e possui gorduras poli-insaturadas, conhecidas como gorduras boas que são essenciais para a saúde, pois apresenta alto teor de ômega 3. A carcaça é um resíduo pouco aproveitado, porém por ser um peixe grande e pela sua crescente comercialização, o beneficiamento do pirarucu (*Arapaima gigas*) gera muitos resíduos como, por exemplo, cabeça, vísceras, nadadeiras, escamas e couro, os quais podem ser reaproveitados como subprodutos a fim de agregar valor à produção e proporcionar novos produtos provenientes de pescado (Guida, 2019).

Resultados relevantes obtidos com resíduos de pescado, especificamente no tecido da pele do pirarucu (*Arapaima gigas*), mostraram-se significativos para a extração de colágeno do Tipo I, com rendimento de 27,8%, aplicando o processo de extração com hidróxido de sódio, álcool butílico e ácido acético, a temperatura de 20°C, sendo possível a utilização dessa biomolécula em diversos produtos

biotecnológicos destinado à saúde e produção e conservação de alimentos (Carpio *et al.*, 2023).

As escamas do pirarucu (*Arapaima gigas*) apresentam grande potencial para a obtenção de hidroxiapatita, a qual pode ter a aplicação como material de deposição para processamento de ligas metálicas com foco na obtenção de próteses ou implantes no corpo humano. O material foi obtido por Silveira *et al.*, 2023, além de outros processos, a partir da calcinação a 500 e 750 °C das escamas e depositado em substrato de aço inoxidável AISI 316 pelo processo de aspersão térmica. A partir de análises por difração de raios X (DRX) observou-se que o revestimento depositado apresentou característica homogênea.

Em outro estudo, foi obtida hidroxiapatita a partir dos ossos de diversos peixes da Amazônia oriundos dos resíduos de empresas de beneficiamento e feiras da cidade de Macapá, estado do Amapá. Após limpeza para completa remoção de material orgânico, os resíduos foram submetidos à temperatura de 900°C em forno mufla e moídos por meio de um almofariz até se obter um pó, os quais foram caracterizados por Difração de Raios-X (DRX) e análise de Fluorescência de Raios X (Oliveira *et al.*, 2019).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentado demonstrou a importância da utilização dos resíduos gerados nas várias etapas da cadeia produtiva de peixe na região Amazônica, visto que a obtenção de biomoléculas com alto valor agregado a partir do processamento biotecnológico desses materiais desponta como um novo modelo de negócio na bioeconomia regional e que pode contribuir para a preservação e conservação do ecossistema Amazônico. Proporciona, também, aos habitantes da região a possibilidade de fomentar uma indústria biotecnológica disruptiva que gere renda e melhoria das condições da qualidade de vida das comunidades ribeirinhas e povos tradicionais.

AGRADECIMENTOS

Ao IFAM devido ao fomento de bolsas de iniciação científica júnior, por meio do edital N° 005/2022/DPI/PPGI/IFAM/IC, de 29 de junho de 2022.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, L. O. et al. Extraction and characterization of hyaluronic acid from the eyeball of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus). **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 226, p. 172–183, May. 2023.

AMAZONAS. **INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO E FLORESTAL SUSTENTÁVEL DO ESTADO DO AMAZONAS**. 01. ed. Manaus: INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO E FLORESTAL SUSTENTÁVEL DO ESTADO DO AMAZONAS, 2021.

BARBOSA, N. M.; MORO, R. D. C. L.; MELLO, A. M. Cadeia produtiva do pescado no amazonas: a perspectiva dos resíduos sólidos. In: **Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente**, p. 11, 2018.

BARROS, Leandro Cruz. **A indústria de processamento de pescado no amazonas: uma análise competitiva e suas limitações**. 2008. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Faculdade de Estudos Sociais, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2008.

BEHERA, A. et al. A review on fish peptides isolated from fish waste with their potent bioactivities. **Journal of Applied Biology and Biotechnology**, v. 10, n. 3. p. 195-209. Maio. 2022.

BORGHESI, R. et al. **Caracterização de Resíduos Gerados no Beneficiamento Industrial do Tambaqui (Colossoma macropomum) e do Surubim (Pseudoplatystoma sp.)**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2017.

BRASIL. **Lei n. 11.959, de 29 de Junho de 2009**. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei no 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei no 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 30 jun. 2009.

CARPIO, K. C. R. et al. Extraction and characterization of collagen from the skin of Amazonian freshwater fish pirarucu. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 56, p. 4–11, 2023.

CECCOTTI, C. et al. New value from food and industrial wastes – Bioaccumulation of omega-3 fatty acids from an oleaginous microbial biomass paired with a brewery by-product using black soldier fly (Hermetia illucens) larvae. **Waste Management**, v. 143, p. 95–104, abr. 2022.

CGEE. **Panorama da Bioeconomia no Brasil em Temas Estratégicos em Bioeconomia**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2017.

CIRIMINNA, R. et al. Enhancing and improving the extraction of omega-3 from fish oil. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v. 5, p. 54–59, Março, 2017.

CORRÊA, R. O. **Qualidade da água na piscicultura continental**. Brasília/DF: Embrapa, 2018.

FERREIRA, Gleriani Torres Carbone. **Competitividade da cadeia produtiva do Arapaima gigas, o pirarucu da Amazônia brasileira**. 2016. Tese (Doutorado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

FERREIRA, M. C. M.; GOMES, A. F.; GOZZO, A. M. Extração e Caracterização de Gelatina a partir de Subprodutos de Tilápia Do Nilo (*Sarotherodon niloticus*). *In:* **XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica**. Campinas, São Paulo. p. 1786–1792, 2015.

GREGGIO, N. et al. Quantification and mapping of fish waste in retail trade and restaurant sector: Experience in Emilia-Romagna, Italy. **Waste Management**, v. 135, n. 04, p. 256–266, 1 nov. 2021.

GUIDA, Lara Milhomem. **Extração de Colágeno Obtido a partir de Subprodutos do Pirarucu (Arapaima gigas)**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2019.

INTELLIGENCE, M. **Tamanho do mercado produtos ômega-3:** Análise de participação de mercado - Tendências de crescimento e previsões (2023 - 2028). Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/omega-3-product-market>. Acesso em: 11 jan. 2024.

IULIANO, M. et al. Wax esters from waste fish oil catalysed by immobilized Candida rugosa lipase. **Process Biochemistry**, v. 130. p. 386–400, 2023.

JUNIOR, O. B. et al. **Bioeconomia: um caminho para o futuro ou um padrão de subordinação renovado?** Disponível em: <https://opeb.org/2021/06/28/bioeconomia-um-caminho-para-o-futuro-ou-um-padrao-de-subordinacao-renovado/>. Acesso em: 05 jan. 2024.

KHIARI, Z. Sustainable Upcycling of Fisheries and Aquaculture Wastes Using Fish-Derived Cold-Adapted Proteases. **Frontiers in Nutrition**. v. 09. 7 abr. 2022.

LIONETTO, F.; CORCIONE, C. E. Recent applications of biopolymers derived from fish industry waste in food packaging. **Polymers**. v. 13. p. 2337. 2 jul. 2021.

MARCUSCHI, M. et al. Purification, characterization and substrate specificity of a trypsin from the Amazonian fish tambaqui (Colossoma macropomum). **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 396, n. 3, p. 667–673, 2010.

MBATIA, B. et al. Enzymatic oil extraction and positional analysis of ω-3 fatty acids in Nile perch and salmon heads. **Process Biochemistry**, v. 45, n. 5, p. 815–819, 2010.

MUHAMMAD, N. et al. Investigation of ionic liquids as a pretreatment solvent for extraction of collagen biopolymer from waste fish scales using COSMO-RS and experiment. **Journal of Molecular Liquids**, v. 232, p. 258–264, abr. 2017.

MURADO, M. A. et al. Optimization of extraction and purification process of hyaluronic acid from fish eyeball. **Food and Bioproducts Processing**, v. 90, n. 3, p. 491–498, 2012.

NAÇÕES UNIDAS. **World population prospects. 2022**. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/>. Acesso em: 12 jan. 2023.

NASEEM, S. et al. Trends in fisheries waste utilization: a valuable resource of nutrients and valorized products for the food industry. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition.** 15 Mai. 2023. https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2211167

NGES, I. A.; MBATIA, B.; BJÖRNSSON, L. Improved utilization of fish waste by anaerobic digestion following omega-3 fatty acids extraction. **Journal of Environmental Management**, v. 110, p. 159–165, nov. 2012.

OECD. What External Factors Will Drive the Bioeconomy to 2030? In: **The Bioeconomy to 2030**. OECD, p. 31–49. 2009.

OLIVEIRA, L. B. A. et al. Obtenção e Caracterização de Hidroxiapatita a partir de Ossos de Peixe da Amazônia. In: **XXVIII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa**. p. 1–7. Belo Horizonte-MG, 2019.

PRESTES, R. C. et al. Caracterização da Fibra de Colágeno, Gelatina e Colágeno Hidrolisado. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 15, n. 4, p. 375–382, 2013.

MOULICK, S. P. et al. Characterization of waste fish bones (Heteropneustes fossilis and Otolithoides pama) for photocatalytic degradation of Congo red dye. **Results in Engineering**, v. 20. p. 101418. 1 dez. 2023.

RENDA, C. G. et al. A “Zero-Cost” Adsorbing Hydroxyapatite-Based Material from Amazon Fishery Waste for Water Remediation and Nutrient Release for Agriculture. **Physchem**, v. 3, n. 1, p. 34–60, 2023.

RUSTAD, T.; STORRØ, I.; SLIZYTE, R. Possibilities for the utilisation of marine by-products. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 46, n. 10, p. 2001–2014, 5 out. 2011.

SANTANA, T. M. et al. Fish Viscera Silage: Production, Characterization, and Digestibility of Nutrients and Energy for Tambaqui Juveniles. **Fishes**, v. 8, n. 2, 1 fev. 2023.

SILVA, J. A. R.; LIMA, R. A.; LIMA, J. P. S. DE. BIOECONOMIA NA CADEIA PRODUTIVA DO PESCADO: UMA REVISÃO INTEGRATIVA. **Revista Valore**, v. 8044, n. 8, p. 8044–8044, 2023.

THIRUKUMARAN, R. et al. Resource recovery from fish waste: Prospects and the usage of intensified extraction technologies. **Chemosphere**, v. 299, n. March, p. 134361, 1 jul. 2022.

YUSOH, N. A. M. et al. Recovery of antioxidant from Decapterus Macarellus waste using wet rendering method. **Materials Today: Proceedings**, v. 57, p. 1382–1388, 2022.

CHAPTER VII

CURRENT ADHESIVE SYSTEMS AND ADHESION CHALLENGES: CURRENT EVIDENCE SYNTHESIS

SISTEMAS ADESIVOS ATUAIS E DESAFIOS NA ADESÃO: SÍNTESE DE EVIDÊNCIAS ATUAIS

DOI: 10.51859/amplla.sset.2124-7

Paola Fernanda dos Santos Wallas [1]
Hércules Vidal Reis Vieira [2]
Gutemberg Santos de Almeida Neto [3]
Evelle da Costa Duarte Brito [4]
Helena Gabriela Vidal Barcelar [5]
Igor Ferreira Borba de Almeida [6]

[1 - 5] Graduando do curso de Odontologia. Centro Universitário de Excelência - UNEX
[6] Doutorando em Saúde Coletiva e Especializando em Dentística. Professor Associado do Curso de Odontologia do Centro Universitário de Excelência – UNEX.

ABSTRACT

New adhesive systems have been launched on the dental market, being classified into two categories according to the application mechanism: conventional and self-etching. The objective of this study is to clarify, through a literature review, the most recent aspects and developments of adhesive systems and their challenges in the process of adhesion to dental structures. This is a literature review aiming to analyze and synthesize published studies on the topic, describing the main adhesive systems currently used, their advantages and disadvantages, indications, characteristics and applicability. A bibliographic survey was carried out using the following databases: LILACS, MEDLINE, BBO – Dentistry, using the following descriptors: Dental-adhesives, Dental enamel, Dentin, Dentin-bonding agents. Despite the evolution of dentistry and adhesive systems over the years, it is important to highlight that there is still no system considered perfect, and that it is up to the dentist to carefully evaluate each product available on the market, highlighting its advantages and disadvantages. Therefore, new studies on this topic are necessary in order to minimize this bias and guarantee longevity of restorative procedures. Therefore, there will be an increasingly conservative dentistry, as the reasons that lead to the replacement of restorations may be linked to the adhesive used and the technique chosen by the professional.

Keywords: Dentistry. Composites. Composite resin. Dentin Adhesive.

RESUMO

Novos sistemas adesivos foram lançados no mercado odontológico, sendo classificados em duas categorias quanto ao mecanismo de aplicação são eles os convencionais e os autocondicionantes. o objetivo deste estudo é, esclarecer por meio de uma revisão de literatura, os aspectos mais recentes e desenvolvimentos dos sistemas adesivos e seus desafios no processo de adesão as estruturas dentárias. Trata-se de uma revisão de literatura objetivando analisar e sintetizar estudos publicados acerca do tema, descrevendo os principais sistemas adesivos utilizados atualmente, suas vantagens e desvantagens, indicações, características e aplicabilidade. Foi realizado um levantamento bibliográfico utilizando as seguintes bases de dados: LILACS, MEDLINE, BBO – Odontologia,

utilizando os seguintes descritores: Dental-adhesives, Dental enamel, Dentin, Dentin-bonding agentes. Apesar da evolução ao longo dos anos da odontologia e dos sistemas adesivos, é importante salientar que ainda não existe um sistema considerado perfeito, e que compete ao cirurgião-dentista avaliar criteriosamente cada produto disponibilizado no mercado, ressaltando suas vantagens e desvantagens. Por conseguinte, se faz necessários novos estudos acerca desse tema, a fim de minimizar esse viés e garantir longevidade aos procedimentos restauradores. Para que assim, tenha-se cada vez mais uma odontologia conservadora, visto que os motivos que levam a substituição de restaurações podem estar atrelados ao adesivo utilizado e técnica escolhida pelo profissional.

Palavras-chave: Odontologia. Compósitos. Resina Composta. Adesivo Dentinário.

1 INTRODUÇÃO

A longevidade e o comportamento clínico de uma restauração em resina composta dependem de diversos fatores, dentre eles, a habilidade e conhecimento do operador, assim como as propriedades físico-químicas do material restaurador e adesão eficiente à estrutura dental. Falhas nesse processo pode trazer diversas consequências como cárie secundária, microinfiltração marginal, manchamento das margens e sensibilidade pós-operatória (OLIVEIRA et al., 2014; SOFAN, et al., 2017; PERDIGÃO et al., 2020).

Ao longo dos últimos anos, ocorreram inúmeros avanços na Odontologia restauradora objetivando técnicas mais conservadoras e minimamente invasivas, reduzindo os passos clínicos e minimizando as falhas no processo de adesão. Em 1955 Buonocore, inseriu a técnica de ataque ácido sobre o esmalte, proporcionando assim uma melhora significativa da adesão em restaurações de resina compostas. Desde então, os sistemas adesivos têm sido amplamente estudados, e aprimorados, se tornando cada vez mais importante na prática clínica (NAGARKAR et al., 2019; MUDUROGLU et al., 2020).

Nesse âmbito, anualmente novos sistemas adesivos foram lançados no mercado odontológico, sendo classificados em duas categorias quanto ao mecanismo de aplicação: são eles os convencionais e os autocondicionantes. Os adesivos convencionais tem como característica a necessidade de aplicação prévia e isolada de ácido fosfórico, está disponível para uso em três passos (primer e adesivo aplicados separadamente) e dois passos (primer e adesivo se encontram em um único frasco). Os adesivos autocondicionantes não apresentam uma etapa prévia e isolada de condicionamento ácido, sendo encontrados em dois passos (primer ácido e adesivo aplicados separadamente) ou um passo clínico (primer ácido e adesivo

encontram-se em um único frasco) (NAGARKAR et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2014; BOTELHO et al., 2017).

Atualmente, foi introduzido no mercado uma nova categoria de sistema adesivo, que foram denominados adesivos universais ou multimodais. Esses adesivos universais seguem o conceito “all-in-one” apresentando a flexibilidade de serem aplicados sobre as estruturas dentais tanto pela técnica convencional quanto pela autocondicionante, além disso, os adesivos universais podem ser utilizados pela técnica do condicionamento ácido seletivo de esmalte (OZ et al. 2019; DELVA, 2001; DUA et al., 2010).

Observa-se que os sistemas adesivos também podem ser classificados quanto a sua composição, ou seja, se este contém água, álcool ou acetona, quanto a disponibilidade de frascos, quanto a sua polimerização, pH e presença ou não de Silano. Portanto, o objetivo deste estudo é, esclarecer por meio de uma revisão de literatura, os aspectos mais recentes e desenvolvimentos dos sistemas adesivos e seus desafios no processo de adesão as estruturas dentárias.

2 MATERIAIS E MÉTODO

Trata-se de uma revisão de literatura objetivando analisar e sintetizar estudos publicados acerca do tema, descrevendo os principais sistemas adesivos utilizados atualmente, suas vantagens e desvantagens, indicações, características e aplicabilidade. Foi realizado um levantamento bibliográfico utilizando as seguintes bases de dados: LILACS, MEDLINE, BBO – Odontologia, utilizando os seguintes descritores: Dental-adhesives, Dental enamel, Dentin, Dentin-bonding agentes.

No total foram encontrados 655, desse montante 45 estudos foram selecionados. Como critério de inclusão foram eleitos estudos científicos, estudos clínicos, e relatos de caso, em português e inglês, publicados nos últimos 10 anos (2012-2023). Os critérios de exclusão foram aplicados a estudos que tratavam do tema de maneira periférica ou que abordavam tópicos não relacionados à presente pesquisa.

Para seleção, efetuou-se a leitura completa dos trabalhos com o objetivo de conduzir a revisão de literatura sobre o tema, assim, a fim de alcançar resultados e respostas relacionados ao objetivo estabelecido, será conduzido uma análise minuciosa do tema.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os adesivos são utilizados na odontologia para melhorar a adesão entre as restaurações e a estrutura dentária. Nakabayashi et al. (1982) descobriu a Camada Híbrida, comprovando que as resinas compostas se infiltravam na dentina previamente condicionada formando uma nova estrutura, a partir disso, muitas gerações de sistemas adesivos surgiram no mercado. Um quadro resumido apresenta as características dos sistemas adesivos presentes no mercado odontológico (Figura 1).

Figura 1 - Sistemas de Adesivos presentes no mercado odontológico.

	MECANISMO DE APLICAÇÃO
Convencionais	Condicionamento ácido + Prime + Adesivo= 3 passos Condicionamento ácido + Prime com Adesivo =2 Passos
Autocondicionantes	Prime ácido + Adesivo = 2 passos Prime ácido com Adesivo = passo único
Universais ou Multimodais	Pode ser aplicado tanto de forma convencional como autocondicionantes

Fonte: autoria própria.

As principais categorias de adesivos dentinários incluem, adesivos de três passos que são compostos por três etapas distintas: ácido, primer e adesivo. Esse tipo de adesivo foi uma das primeiras gerações. Adesivos de dois passos ou duas etapas, que são compostos por: ácido e primer e adesivo em um único frasco. O mais recente lançado no mercado é o adesivo universal ou multiversal que consiste em todos os produtos em um único frasco (OZ et al. 2019; LIMA et al., 2018; MANDARINO, 2003; MATOS et al., 2020; MATOS et al., 2019). Eles podem ser usados de dois modos, tanto com ataque ácido e enxague ou autoadesivo. Os adesivos universais promovem procedimentos mais rápidos, o que proporciona mais conforto ao paciente e agilidade nos atendimentos do profissional. Entretanto, não se

deve generalizar seu uso, já que o profissional deve estar imbuído de conhecimentos técnicos-científico para a melhor escolha do adesivo para cada caso (OZ et al. 2019).

Os adesivos dentinários que modificam a smear layer, se desenvolveram através da definição de que a lama dentinária é uma barreira para proteção contra a invasão de bactérias, deixando o ambiente propício à adesão. Os monômeros infiltram a lama dentinária e são polimerizados "in situ", esperando que reforcem a adesão da smear layer à dentina, formando micro retenções e, provavelmente, uma fraca adesão química (ERICKSON et al.,1992). Watanabe et al. 1990, introduziu o sistema adesivo autocondicionante que são amplamente utilizados até os dias de hoje. Nesse sistema a smear layer não é removida, e sim incorporada ao adesivo, diminuindo assim a permeabilidade dentinária, e consequentemente a sensibilidade pós-operatória e microinfiltrações (ERICKSON et al.,1992).

Os adesivos autocondicionantes possuem monômeros cuja função é regular a interação entre adesivo e componentes da estrutura dental, dentina e esmalte, esses monômeros funcionais promovem alta ligação e penetração do adesivo nos tecidos dentais, além de ter a capacidade de formar barreiras antimicrobianas, é um sistema interessante para dentina pelo maior controle na desmineralização e infiltração pelos monômeros e podem ser classificados de acordo com o pH (Forte, médio, fraco e muito fraco). Essa classificação é importante uma vez que a acidez resulta na desmineralização profunda de esmalte e dentina (NAGARKAR et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2020).

Portanto, a literatura destaca que o pH ideal para esses adesivos seria fraco e muito fraco, pois desmineralizam a dentina em um micrômetro, mantendo a hidroxiapatita ligada ao colágeno permitindo imbricamento suficiente para a hibridização, contudo, é consenso na literatura que as diferentes composições do tecido dentário dificultam a utilização de somente um adesivo para todos os casos (SOFAN, et al., 2017; NAGARKAR et al., 2019). Apesar da melhoria na adesão em dentina através desse sistema, ele se apresentou baixa adesão em esmalte, para solução desse problema surgiu a técnica de condicionamento ácido seletivo em esmalte, tornando este poroso e aumentando a força de união neste substrato. (SODRÉ et al., 2013).

Clinicamente, a falha da restauração ocorre mais frequentemente devido ao selamento inadequado, com subsequente coloração marginal, e não devido à perda de retenção, alguns fatores associados aos substratos dentários, a contaminação por

meio da saliva, de soluções hemostáticas, lubrificantes, e do sangue, a fotopolimerização inadequada e a radioterapia podem se configurar como desafios para a adesão dentária (SOFAN, et al., 2017; NAGARKAR et al., 2019).

O controle da umidade é um desafio diário nos procedimentos adesivos e, diante disso, entre os sistemas adesivos atuais, os autocondicionantes foi apontado pelos autores como menos afetado por contaminação pela saliva, isso porque permite que a difusão do adesivo seja realizada sem muito prejuízo mesmo por meio da contaminação pela saliva. Alguns adesivos autocondicionantes já possuem silano como agente de ligação em suas composições, como o Clearfil SE (SOFAN, et al., 2017; NAGARKAR et al., 2019).

A molécula deste promotor de união promove a união da fase inorgânica do substrato com a fase orgânica da resina. Além disso, os silanos possuem maior capacidade umectante, facilitando a penetração do sistema adesivo. Assim, poderiam ser eficazes no aumento da resistência de união adesiva, evitando a entrada de água nos túbulos dentinários, evitando a absorção de água do ambiente oral e melhorando assim a durabilidade a longo prazo da interface adesiva. (SOFAN, et al., 2017; NAGARKAR et al., 2019).

No estudo realizado por Atalay, et al. (2020), onde foi observado o desempenho do adesivo universal em restaurações de classe V utilizando o adesivo Single Bond Universal. Nesse estudo pode-se observar que os sistemas autocondicionante mostraram um menor desempenho em coloração marginal e adaptação marginal se comparado as restaurações onde foi realizado o condicionamento ácido, seja seletivo ou total. Sabe-se que para o adesivo entrar em contato com as fibras colágenas da dentina e fique em um maior contato com o esmaste é necessário o condicionamento ácido total ou seletivo, para expor essas fibras removendo a smear layer e deixando a superfície do esmalte mais rugosa e irregular.

A *smear layer* é uma camada fina de detritos e resíduos microscópicos, consistindo de saliva, sangue, bactériais e óleos residuais dos instrumentos rotativos resultantes do preparo cavitário. Sua inadequada remoção pode resultar em microinfiltração dentinária, que é considerada uma das principais causas de falha restauradora, precedida por sensibilidade pós-operatória, cáries recorrentes, descoloração marginal e alterações pulpares (Bandeira et al., 2020). A presença da lama dentinária pode ser considerada um ponto fraco e uma barreira à adesão eficaz entre a dentina e os materiais restauradores. Portanto, em alguns procedimentos, é

possível remover essa camada para melhorar a adesão, realizando a aplicação do ácido fosfórico que têm a capacidade de desmineralizar a camada superficial do dente, removendo a smear layer (CHOWDHURY et al., 2019; YAZIKI et al., 2018)

O condicionamento ácido na dentina não apenas desmineraliza, como também remove a smear layer e expõe a rede de fibras colágenas que compõem o substrato dentinário. Os “primers” desmineralizam a superfície dentinária, em seguida, penetram com monômeros que podem ser polimerizados “in situ”. Estes sistemas auto condicionantes são aplicados e não são lavados, e a resina fluida é aplicada logo em seguida. (RODRIGUES et al., 2021).

Conforme Cadenaro, et al., (2019), a estabilidade da interface adesiva está fortemente relacionada com o grau de conversão dos monômeros do sistema adesivo. O protocolo de fotopolimerização deve ser cuidadosamente realizado, condições como a irradiância que o aparelho de fotopolimerização emite, a distância da ponta do fotopolimerizador com o dente e o uso de radiômetros para medir a irradiância dos aparelhos devem ser levados em conta no intuito de promover a polimerização adequada dos monômeros resinosos presentes nos sistemas adesivos (RODRIGUES et al., 2021; COSTA et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2023; OZ et al., 2022; OZ et al., 2019).

A resistência de união indica que o potencial adesivo dos adesivos experimentais variou com o material testado, o tempo de fricção e o tipo de substrato. Assim, as explicações para os resultados devem basear-se em vários mecanismos combinados. A concentração de monômeros ácidos tende a aumentar a agressividade adesiva, aumentando o potencial de dissolução da hidroxiapatita presente no esmalte e na dentina, e as diferenças no conteúdo mineral nos substratos afetam de forma diferente o mecanismo de ligação (RODRIGUES et al., 2021; CHOWDHURY et al., 2019; ATALAY; OZGUNALTAY; YAZICI, 2020).

Uma maior dissolução da superfície, embora positiva, necessita de ser acompanhada por uma infiltração eficaz dos componentes adesivos nos tecidos dentários e por uma polimerização eficaz in vitro. A presença de uma maior quantidade de monômeros ácidos pode interferir na polimerização adesiva porque monômeros de metacrilato com radical ácido terminal podem reagir com os radicais livres gerados durante a polimerização radicular e reduzir o grau de conversão C=C 1 (RODRIGUES et al., 2021; CHOWDHURY et al., 2019).

Além disso, o pH reduzido aumenta a dificuldade de remoção do etanol e da água durante a volatilização do solvente, o que também pode afetar a polimerização. A combinação de todos estes aspectos têm impacto no desempenho da colagem. De qualquer forma, a volatilização adequada do solvente e a fotoativação da camada adesiva são etapas essenciais para a aplicação de sistemas adesivos simplificados e não devem ser negligenciadas durante a aplicação clínica (RODRIGUES et al., 2021; CHOWDHURY et al., 2019).

O sucesso clínico das restaurações adesivas não depende somente das características intrínsecas dos materiais, mas principalmente de fatores externos, como o substrato dentário (Van MEERBEEK et al., 1998). Portanto, para se alcançar resultados favoráveis com o uso dos sistemas adesivos, é importante o conhecimento profundo das estruturas dentárias, principalmente em relação à dentina, que é um tecido complexo e de natureza heterogênea (GONÇALVES et al., 1997; Van MEERBEEK et al., 1998; NORLING, 2003; REIS et al., 2004).

A adesão no esmalte é mais favorável, pois após seu condicionamento, retenções são criadas e há um embricamento mecânico, devido à infiltração do adesivo nessas retenções. A resina une-se quimicamente ao adesivo, esta adesão é mais sólida e apresenta mínima microinfiltração marginal. A união dos sistemas adesivos convencionais ao esmalte tem sido satisfatória, devido este substrato ser altamente mineralizado com pequena presença de matéria orgânica e água, a união de substâncias hidrófobas como adesivos resinosos é acilitada (BARKMEYER, COOLEY, 1992; IBARRA et al., 2002; MANDARINO, 2003).

A adesão ao esmalte é obtida através do condicionamento com ácido fosfórico em concentrações variando de 30% a 37%, pelo tempo de aplicação de 30 segundos. Com este tempo de aplicação, é possível o aumento das porosidades necessárias para infiltração e polimerização do sistema adesivo (CARVALHO et al., 1998; NORLING, 2003; REIS et al., 2004).

Ao iniciar a técnica de condicionamento ácido total, diversos problemas relacionados à infiltração marginal foram relatados, esses problemas decorriam do colapso das fibras colágenas na dentina, ocasionado pelo excesso de jato de ar nas paredes cavitarias após o condicionamento total, resultando em uma baixa adesão entre a resina e a dentina (ASMUSSEN et al., 1985; CARVALHO et al., 1998; NORLING, 2003; REIS et al., 2004; ARID et al., 2020). A fim de abordar essa questão,

surgiu o conceito de condicionamento úmido, que possibilita que a dentina permaneça úmida após o seu condicionamento, evitando assim possíveis falhas (BOAR, 1992).

Destaca-se, portanto que o estudo dos sistemas adesivos na odontologia representa uma área crucial para aprimorar a eficácia e a durabilidade das restaurações dentárias. O avanço tecnológico nesse campo tem proporcionado melhorias significativas, permitindo procedimentos menos invasivos, mais eficientes e seguros. A busca por sistemas adesivos que promovam uma adesão eficaz e duradoura tem sido guiada por pesquisas rigorosas que visam superar desafios como a microinfiltração marginal e sensibilidade pós-operatória. A diversidade de substratos dentários e as condições variáveis encontradas na prática clínica destacam a importância de abordagens personalizadas e inovações contínuas (CARVALHO et al., 1998; NORLING, 2003; REIS et al., 2004; ALSHEHRI; ALJAMHAN; BIN-SHUWAISH, 2022).

Ademais, a consideração de aspectos biológicos, como a interação com a dentina e o potencial impacto na camada híbrida, ressalta a necessidade de abordagens que não apenas alcancem uma forte união, mas também preservem a integridade estrutural e funcional dos tecidos dentários. Em face dos desafios e avanços contínuos, o estudo dos sistemas adesivos na Odontologia continua a ser um campo dinâmico, com potencial para moldar positivamente as práticas clínicas, melhorar os resultados a longo prazo (CARVALHO et al., 1998; NORLING, 2003; REIS et al., 2004; ZANATA et al., 2019).

4 CONCLUSÃO

Apesar da evolução ao longo dos anos da odontologia e dos sistemas adesivos, é importante salientar que ainda não existe um sistema considerado perfeito, e que compete ao cirurgião-dentista avaliar criteriosamente cada produto disponibilizado no mercado, ressaltando suas vantagens e desvantagens. Por conseguinte, se faz necessários novos estudos acerca desse tema, a fim de minimizar esse viés e garantir longevidade aos procedimentos restauradores. Para que assim, tenha-se cada vez mais uma odontologia conservadora, visto que os motivos que levam a substituição de restaurações podem estar atrelados ao adesivo utilizado e técnica escolhida pelo profissional.

REFERÊNCIAS

ALAM, Arefin; CHOWDHURY, Abu; YAMAUTI, Monica; SAIKAEW, Pipop; HOSHIKA, Shuhei; CARVALHO, Ricardo; SANO, Hidehiko; SIDHU, Sharanbir. **Cause-Effect Relationship of Varying Bonding Thicknesses in Dentin Adhesion of Universal Adhesives**. Quintessence publishing deutschland, ano 2022, v. 24, 23 dez. 2022. p. 291-300. Disponível em: https://www.quintessence-publishing.com/deu/en/article/3240695/the-journal-of-adhesive-dentistry/2022/volume-24/cause-effect-relationship-of-varying-bonding-thicknesses-in-dentin-adhesion-of-universal-adhesives . Acesso em: 11 abril 2023.

ALSHEHRI, N., ALJAMHAN, A. & BIN-SHUWAISH, M. **The effects of amalgam contamination and different surface modifications on microleakage of dentin bonded to bulk fill composite when using different adhesive protocols.** *BMC Oral Health* **22**, 186 (2022). Disponível em: https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-022-02214-1. Acesso em: 11 abril 2023.

ARID, J., PALMA-DIBB, R.G., H.F. *et al.* **Radiotherapy impairs adhesive bonding in permanent teeth.** *Support Care Cancer* 28, 239–247 (2020). Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s00520-019-04782-5. Acesso em: 13 abril 2023.

ATALAY, C., OZGUNALTAY, G.; YAZICI, A.R. **Thirty-six-month clinical evaluation of different adhesive strategies of a universal adhesive.** *Clin Oral Invest* 24, 1569–1578 (2020). Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s00784-019-03052-2. Acesso em: 13 abril 2023.

BOTELHO, M. P. P.; ISOLAN, C. P.; SCHWANTZ, J. K.; LOPES, M. B.; MORAES, R. R. **Rubbing time and bonding performance of one-step adhesives to primary enamel and dentin.** Journal of Applied Oral Science, [*S. l.*], ano 2017, v. 25, n. 5, 2 abr. 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/j/jaos/a/xtnfvm3StxbZWLJkk8WsYXf/?lang=en. Acesso em: 13 abr. 2023.

BUONOCORE,M. **A simple method of increasing the colhesion of acrilic filling materials to enamel surface**. J. Dent. Res., v.34, p.849-53, 1955.

CHOWDHURY, Abu Faem Mohammad Almas; ISLAM, Rafiqul; ALAM, Arefin; MATSUMOTO, Mariko; YAMAUTI, Monica; CARVALHO, Ricardo Marins; SANO, Hidehiko. **Variable Smear Layer and Adhesive Application: The Pursuit of Clinical Relevance in Bond Strength Testing**. International journal of molecular sciences, [*S. l.*], ano 2019, v. 20, n. 21, 29 out. 2019. Disponível em: https://www.mdpi.com/1422-0067/20/21/5381. Acesso em: 13 abril 2023.

COSTA, C.; ALBUQUERQUE, N.L.G; MENDONÇA, J. S; LOGUERCIO, A. D; SABOIA, V. P. A; SANTIAGO, S. L. **Catechin-Based Dentin Pretreatment on the Clinical Performance of a Universal Adhesive: A Two-Year Randomized Clinical Trial**. Operative Dentistry, [*S. l.*], ano 2020, v. 45, n. 05,

p. 473–483, 30 abr. 2020. Disponível em: https://meridian.allenpress.com/operative-dentistry/article-abstract/45/5/473/436324/Catechin-based-Dentin-Pretreatment-and-the?redirectedFrom=fulltext. Acesso em: 13 abril 2023.

DELVAN, G. **SISTEMAS ADESIVOS DENTINARIOS**. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) - ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO PROFISSIONAL CURSO DE ESP. EM DENTÍSTICA RESTAURADORA, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 52. 2001.

DUA, D., DUA, A., ANAGNOSTAKI, E. *et al.* **Effect of different types of adhesive systems on the bond strength and marginal integrity of composite restorations in cavities prepared with the erbium laser—a systematic review.** *Lasers Med Sci* 37, 19–45 (2022). Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s10103-021-03294-1. Acesso em: 13 abril 2023.

EKAMBARAM, Manikandan; ANTHONAPPA, Robert P.; GOVINDOOL, Sharaschandra R.; YIUA, Cynthia K.Y. **Comparison of deproteinization agents on bonding to developmentally hypomineralized enamel.** Sciencedirect, [*S. l.*], ano 2017, v. 67, p. 94-101, 22 nov. 2017. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0300571217302567?via%3Dihub. Acesso em: 13 abr. 2023.

FERREIRA, V. C. G. **SISTEMAS ADESIVOS AUTOCONDICIONANTES**. 1-27 p. Concludente do Curso de Dentística (Graal Pós-Graduação) - Faculdade de Sete Lagoas – FACSETE, [*S. l.*]. Disponível em: https://faculdadefacsete.edu.br/monografia/files/original/7c52196f9a89a37f43f7bec7c6cda22e.pdf. Acesso em: 7 abr. 2023.

LIMA, G. S.; MOREIRA, A. G,; MEEREIS, C. T. W.; LIMA, G. B.; LEAL, F. B.; MORAES, R. R,; OGLIARI, F. A.; PETZHOLD, C. L.; PIVA, E. **Long-term bonding efficacy of adhesives containing benzodioxioles as alternative co-initiators.** Original Research Dental Materials, [*S. l.*], ano 2018, v. 32, n. 0104, 27 ago. 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/j/bor/a/GTRBKHKzRrxP6MGvfdh9pPw/?lang=en. Acesso em: 13 abr. 2023.

MANDARINO, Fernando. Web Masters do Laboratório de Pesquisa em Endodontia:. *In*: MANDARINO, Fernando. **Adesivos Odontológicos**. [*S. l.*], 11 jul. 2003. Disponível em: https://www.forp.usp.br/restauradora/dentistica/temas/adesivos/adesivos.htm. Acesso em: 7 abr. 2023.

MANDARINO, Fernando. Web Masters do Laboratório de Pesquisa em Endodontia:. *In*: MANDARINO, Fernando. **Proteção do Complexo Dentino/Pulpar**. [*S. l.*], 14 jul. 2003. Disponível em: https://www.forp.usp.br/restauradora/dentistica/temas/prot_pulpar/prot_pulpar.html. Acesso em: 7 abr. 2023.

MATOS, T. P.; PERDIGÃO, J.; PAULA, E.; COPPLA, F.; HASS, V.; SCHEFFER, R. F.; REIS, A.; LOGUERCIO, A. D. **Five-year clinical evaluation of a universal adhesive: A randomized double-blind trial.** ScienceDirect, [*S. l.*], ano 2020, v. 36, n. 11, p. 1474-1485, 12 set. 2020. Disponível em : https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0109564120302189?via%3Dihub. Acesso em: 13 abril 2023.

MATOS, Thalita P.; GUTIERREZ, Mario F.; HANZEN, Taise A.; MALAQUIAS, Pâmela; PAULA, Alexandra M. de; SOUZA, Jullian J. de; HASS, Viviane; FERNANDEZ, Eduardo; REIS, Alessandra; LOGUERCIO, Alessandro D. **18-month clinical evaluation of a copper-containing universal adhesive in non-carious cervical lesions: A double-blind, randomized controlled trial**. Journal of Dentistry, [*S. l.*], ano 2019, v. 90, p. 103-219, 9 nov. 2019. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0300571219302222?via%3Dihub. Acesso em: 13 abril 2023.

MUDUROGLU, R.; IONESCU, A. C.; FABBRO, M. D.; SCOLAVINO, S.; BRAMBILLA, E. Distribution of Adhesive Layer in Class II Composite Resin Restorations Before/After Interproximal Matrix Application. **ScienceDirect**, [*S. l.*], ano 2020, v. 103, p. páginas 70-85, 3 out. 2020. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0300571220302414. Acesso em: 13 abril 2023.

OLIVEIRA, N.G., Lima, A.S.L.C., da S., M.T. *et al.* **Evaluation of postoperative sensitivity in restorations with self-adhesive resin: a randomized split-mouth design controlled study.** *Clin Oral Invest* 24, 1829–1835 (2020). Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s00784-019-03046-0. Acesso em: 13 abril 2023.

OLIVEIRA, R. *et al*. **A randomized clinical study of the performance of self-etching adhesives containing HEMA and 10-MDP on non-carious cervical lesions: A 2-year follow-up study**. J Dent. 2023 Mar;130:104407. doi: 10.1016/j.jdent.2022.104407. Epub 2023 Jan 6. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36621551/>Acesso em: set. 2023.

OZ, F.D., KUTUK, Z.B., OZTURK, C. *et al.* **An 18-month clinical evaluation of three different universal adhesives used with a universal flowable composite resin in the restoration of non-carious cervical lesions.** *Clin Oral Invest* 23, 1443–1452 (2019). Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s00784-018-2571-2. Acesso em: 13 abr. 2023.

OZ, Fatma; DURSUN, Meltem; ERGIN, Esra. **Clinical Performance of a "No Wait" Universal Adhesive in Noncarious Cervical Lesions: A Two-year Randomized Controlled Clinical Trial**. Quintessence publishing deutschland, 2022, v. 24, 23 dez. 2022. p. 313-323. Disponível em: https://www.quintessence-publishing.com/deu/de/article/3240675/the-journal-of-adhesive-dentistry/2022/01/clinical-performance-of-a-no-wait-universal-adhesive-in-noncarious-cervical-lesions-a-two-year-randomized-controlled-clinical-trial. Acesso em: 11 abril 2023.

PERDIGÃO, J.; CEBALLOS, L.; GIRÁLDEZ, I. *et al.* **Effect of a hydrophobic bonding resin on the 36-month performance of a universal adhesive—a randomized clinical trial.** *Clin Oral Invest* 24, 765–776 (2020). Disponível em : https://link.springer.com/article/10.1007/s00784-019-02940-x. Acesso em: 13 abril 2023.

RODRIGUES, Lorena dos Santos; ASSIS, Paula Sampaio de Mello; MARTINS, Adolfo Coutinho; FINCK, Nathalia Silveira. **Sistemas adesivos atuais e principais desafios na adesão: revisão narrativa**. Research, Society and Development, [*S. l.*], v. 10, n. 10, p. 1-11, 18 ago. 2021. DOI DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i10.19206. Disponível em: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/19206-Article-235540-1-10-20210818%20(1).pdf. Acesso em: 7 abr. 2023.

YAZICI, AR; BAYAZIT, E Ozturk; KUTUK, ZB; OZGUNALTAY, G; ERGIN, E; BERBER, A. **Clinical Follow-up of a Fissure Sealant Placed Using Different Adhesive Protocols: A 24-month Split-mouth Study.** Operative Dentistry, [*S. l.*], ano 2018, v. 43, n. 04, p. 362–371, 1 jul. 2018. Disponível em: https://meridian.allenpress.com/operative-dentistry/article/43/4/362/194851/Clinical-Follow-up-of-a-Fissure-Sealant-Placed. Acesso em: 13 abr. 2023.

ZANATTA, RF; SILVA, TM; ESPER, MALR; BRESCIANI, E; GONÇALVES, SEP; CANEPPELE, TMF. **Bonding Performance of Simplified Adhesive Systems in Noncarious Cervical Lesions at 2-year Follow- up: A Double-blind Randomized Clinical Trial**. Operative Dentistry, [*S. l.*], ano 2019, v. 44, n. 05, p. 476–487, 1 set. 2019. Disponível em: https://meridian.allenpress.com/operative-dentistry/article/44/5/476/10503/Bonding-Performance-of-Simplified-Adhesive-Systems. Acesso em: 13 abr. 2023.

CHAPTER VIII

PERMEABLE CONCRETES: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS USING VOSVIEWER SOFTWARE

CONCRETOS PERMEÁVEIS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA UTILIZANDO O SOFTWARE VOSVIEWER

DOI: 10.51859/amplla.sset.2124-8

Diego de Paiva Bezerra [1]
Fabíola Luana Maia Rocha [2]
Aline Figueirêdo da Nóbrega [3]
Leane Priscilla Bonfim Sales [4]
Letícia Sabrina de Melo Souza [5]
Iranilza Costa da Silva [6]
Tayná Chaves Santana Lopes Ferreira [7]

[1] Doutorando em Engenharia Civil e Ambiental. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental - UFPB
[2] Doutoranda em Engenharia Civil e Ambiental. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental - UFPB
[3] Professora Efetiva do Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
[4] Doutoranda em Engenharia Civil e Ambiental. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental - UFPB
[5] Mestre em Engenharia Civil e Ambiental. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental - UFPB
[6] Mestranda em Engenharia Civil. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – UFPE
[7] Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental - UFPB.

ABSTRACT

The emergence of urban centers has led to an increase in impermeable soil areas, resulting in issues such as flooding. To address this concern, research on the effectiveness and performance of permeable concretes has gained prominence. Therefore, it is crucial to understand the progress of studies related to this type of concrete. In this context, this article aims to conduct a systematic review of permeable concretes, utilizing a field that employs statistical and mathematical techniques for the analysis of scientific production. The adopted methodology involved searching for works in the Scopus database, followed by mapping, selection, and quantitative analysis of documents. Subsequently, the results were processed and interpreted using the VOSviewer program. The analysis covered key terms, journals, authors, and countries dedicated to the study of permeable concretes, as well as the total link strength over a specific period between each analyzed point. The results indicated a significant increase in the number of published works from 2013, reaching the highest record in 2021. It was observed that the predominant form of publication is through articles, with the main keywords identified as "concrete" and "permeability." Furthermore, China leads studies in this area, followed by the United States and India. In conclusion, continuous growth in research is anticipated in the coming years, driven by the need to identify components that enhance the mechanical and drainage functions of permeable concretes, as well as to develop dosing methodologies and standards for their application.

Keywords: Bibliometric mapping. Indicators. Permeable concrete.

RESUMO

O surgimento dos centros urbanos propiciou o aumento das áreas impermeáveis do solo, resultando em problemas como inundações. Para lidar com essa questão, a pesquisa sobre a eficácia e desempenho dos concretos permeáveis tem ganhado destaque. Portanto, é fundamental compreender o progresso das pesquisas relacionadas a esse tipo de concreto. Nesse contexto, o presente artigo tem como propósito conduzir uma revisão sistemática sobre concretos permeáveis, utilizando um campo que emprega técnicas estatísticas e matemáticas para analisar a produção científica. A metodologia adotada envolveu a busca de trabalhos na base Scopus, seguida de mapeamento, seleção e análise quantitativa dos documentos. Posteriormente, os resultados foram tratados e interpretados por meio do programa VOSviewer. A análise abordou as principais palavras-chave, periódicos, autores e países dedicados ao estudo de concretos permeáveis, além da força total de link em um determinado período entre cada ponto analisado. Os resultados indicaram um aumento significativo no número de trabalhos publicados a partir de 2013, atingindo o maior registro em 2021. Observou-se que a forma predominante de publicação é por meio de artigos, sendo as principais palavras-chave identificadas como "concreto" e "permeabilidade". Além disso, a China lidera os estudos nessa área, seguida pelos Estados Unidos e Índia. Em conclusão, prevê-se um crescimento contínuo nas pesquisas nos próximos anos, impulsionado pela necessidade de identificar componentes que potencializem as funções mecânicas e drenantes dos concretos permeáveis, bem como desenvolver metodologias de dosagens e normas para sua aplicação.

Palavras-chave: Mapeamento bibliométrico. Indicadores. Concreto permeável.

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização resultou no crescimento desordenado das cidades, na produção crescente de poluentes e na ampliação das áreas impermeáveis do solo, esse último, responsável por inundações urbanas, devido a picos de descargas pluviais nos corpos hídricos que inevitavelmente transbordam (Pereira; Barbosa, 2015). Segundo Tavares e Kazmierczak (2016), esse evento é responsável por mudanças no ciclo hidrológico da água, visto que, a impermeabilização sob o solo diminui o tempo de infiltração da água que reabastece os lençóis freáticos, que resulta em alterações nos leitos dos rios e dos canais, acarretando um desequilíbrio ambiental.

Com intuito de diminuir os problemas oriundos da impermeabilização dos solos, novas tecnologias sustentáveis estão sendo implementadas, a exemplo do concreto permeável, aplicado na camada de revestimento de pavimentos permeáveis, para controlar o acúmulo de água sobre áreas impermeáveis como calçadas de pedestres. Segundo Lamb (2014), o concreto permeável é um material com ausência ou pouca quantidade de agregado miúdo, que forma uma estrutura de vazios conectados entre si, que permite o fluxo de fluidos no seu interior.

O estudo das propriedades do concreto permeável ainda é pouco disseminado no mundo. No Brasil não existe norma de dosagem, sendo a ABNT NBR 16416 (2015) responsável por reger os requisitos e procedimentos de concretos permeáveis aplicados a pavimentos. Nesse interim, são poucos os estudos a respeito desse material, principalmente quando relacionado à utilização de resíduos na sua composição, mas podemos destacar alguns dos poucos, com incorporação do resíduo da cinza da queima da madeira (Oliveira, 2017), resíduo da construção civil (Santos, 2017), concreto reciclável (Tavares e Kazmierczak, 2016) e agregado reciclável (Ribeiro, 2014).

Além das pesquisas que introduzem componentes sustentáveis nas misturas de concretos permeáveis pode-se destacar os trabalhos que buscam compreender as propriedades físicas e mecânicas de concretos permeáveis com diferentes proporções de agregados convencionais (Faria *et al*., 2019).

A medida que o concreto permeável se enquadra como uma alternativa para solucionar os problemas oriundos da impermeabilização dos solos o mesmo estabelece desafios para seu desempenho mecânico durante sua funcionalidade, pois o concreto permeável exige maiores índices de vazios, que segundo Mehta e Monteiro (2008), é inversamente proporcional à resistência mecânica, visto que uma estrutura com maior índice de vazios terá um menor empacotamento entre seus componentes e consequentemente formará uma estrutura mais fragilizada.

Assim, o objetivo deste estudo é averiguar por meio de uma análise bibliométrica como está enquadrada as pesquisas sobre concreto permeável no contexto atual. Segundo Parra, Coutinho e Pessano (2019) a análise bibliométrica consistiu em utilizar técnicas estatísticas e matemáticas para análise da produção científica. Essa avalia aspectos relacionados à produção de conhecimento científico e seus impactos, analisando grande quantidade de dados bibliográficos em bases de dados acadêmicos conhecidas. Os aspectos avaliados podem ser: visualizar padrões de tendência de pesquisas, mapear colaboração entre pesquisadores e instituições, impacto de trabalhos em determinadas áreas. Portanto, fornece informações importantes para a comunidade acadêmica.

2 METODOLOGIA

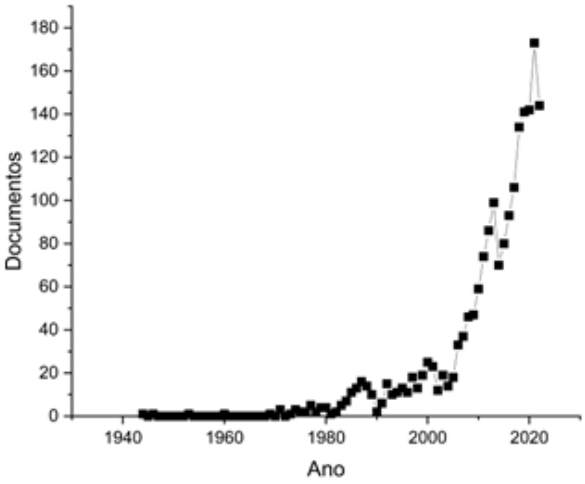
A análise cienciométrica consistiu de um mapeamento bibliométrico, que foi desenvolvidocom intuito de se obter um panorama geral sobre os estudos, autores e países que pesquisam sobre concretos permeáveis, assim como os vínculos existentes entre esses.Para isso foi realizada a busca por arquivos na base Scopus, utilizando duas palavras de busca (“*Concrete*” e “*Permeability*”), em seguida foi realizado o tratamento dos dados encontrados nesses arquivos por meio do software VOSviewer.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Amostragem da literatura

Com base em pesquisa bibliográfica realizada na base de dados Scopus foi constatado o total de 1.900 estudos a partir das palavras de busca: *concrete* e *permeability* e a Figura 1 apresenta a evolução do número de documentos publicados sobre essas palavras.

Figura 1 – Publicações em período de tempo.



Fonte: Autoria própria.

Pela Figura 1 é possível constatar que a primeira publicação é datada em 1944, entretanto, com pequena quantidade de trabalhos e em determinados anos nulos. Mas, a partir de 2013 houve crescimento no número de trabalhos publicados e no ano de 2021 pode ser observado o maior registro, com 171 publicações, e a tendência é

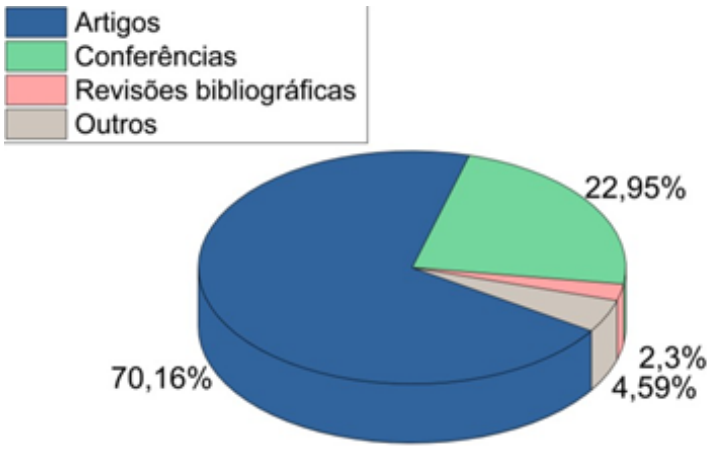
que esses números aumentem nos próximos anos devido a necessidade de incorporar o concreto permeável como mecanismo sustentável para resolver os problemas provenientes da impermeabilização dos solos.

Na Figura 1 percebe-se que a maior densidade de estudos ocorreu nos últimos 10 anos. Dessa perspectiva procedeu a primeira filtragem de dados correspondente ao período de publicação de 2013 à 2022, no qual foram obtidas 1.187 pesquisas. A partir disso foi realizada uma análise centimétrica sobre as pesquisas existentes, com intuito de realizar mais uma síntese de estudos.

3.2 Mapeamento de Referências

O procedimento de mapeamento de referências consiste em apresentar amostragens referentes as palavras-chaves, fontes de publicações, artigos, tipologia, países e instituições que mais publicaram acerca da temática em estudo. Nessa perspectiva, é possível apresentar na Figura 2 um panorama geral da tipologia de documentos presentes nos estudos sobre as palavras de busca *concrete* e *permeability*.

Figura 2 – Tipologia de documentos publicados.



Fonte: Autoria própria.

Na Figura 2 constata-se que mais de 70% das pesquisas estavam em formato de artigos, seguido de 22,95% de pesquisas apresentadas em conferências, 2,3% em revisões bibliográficas e 4,59% em outros (cartas, livros e capítulos de livros). Por meio dessa análise foi realizada uma segunda filtragem amostral, na qual buscou analisar apenas os artigos, já que esses, em sua maioria, são derivados de

publicações como trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses, resultando em uma amostra de 835 trabalhos. A partir dessa amostragem foi feita uma análise sobre as palavras chaves usadas por essas pesquisas, para que fosse possível identificar quais trabalhos estavam em consonância com o conteúdo sobre concretos permeáveis.

3.3 Palavras chaves

As palavras de busca representam a ferramenta de captura para pesquisar determinado conteúdo. Nessa revisão sistemática foram encontradas 534 palavras, após exclusão das ocorrências de repetições. As dez palavras-chave com maior frequência na base Scopus estão apresentadas na Tabela 1.

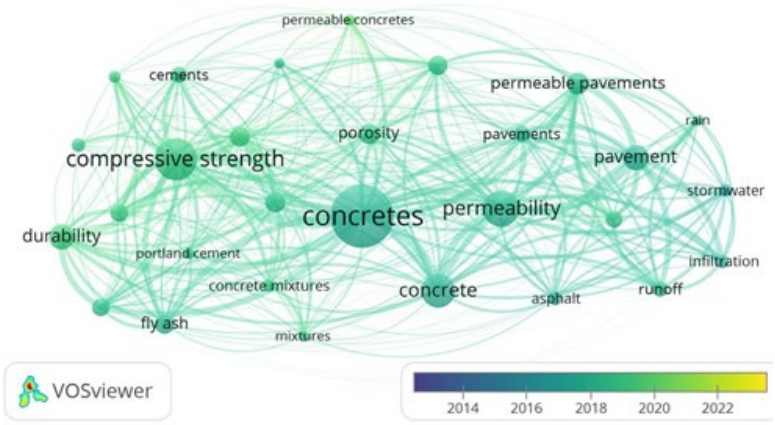
Tabela 1 – Palavras-chave com maior frequência.

Ordem	Palavra-chave inglês	Número de ocorrências	Acesso total de links
1	Concretes	472	3536
2	Compressive strength	203	2408
3	Permeability	178	2379
4	Durability	123	1423
5	Pavement	122	2023
6	Permeable pavements	109	1552
7	Aggregates	98	1263
8	Concrete aggregates	98	1318
9	Porosity	98	1140
10	Pervious concrete	97	5058

Fonte: Autoria própria.

Após análise da Tabela 1 pôde-se concluir que as palavras: concretos, resistência à compressão e permeabilidade são as que mais se repetem nas buscas da base dados. A partir disso, foi possível estabelecer uma correlação entre as palavras-chave pelo programa VOSViewer (Figura 3), no qual foi estabelecido o número mínimo de ocorrência igual 50, que retornou um número de Cluster igual a dois estabelecendo duas divisões das palavras-chave: uma em relação a materiais construtivos e outra em relação a rede de drenagem.

Figura 3 – Correlação entre as palavras-chave.



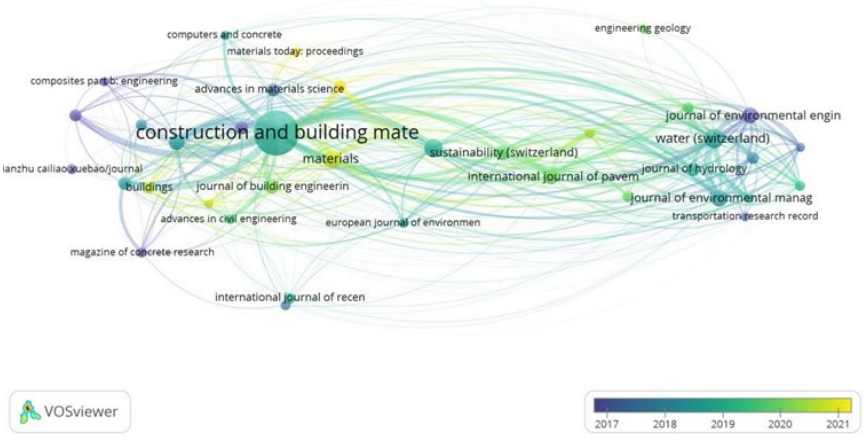
Fonte: VOSviewer (2023).

Ainda na Figura 3 percebe-se que a maior concentração de palavras-chave ocorreu entre os anos de 2016 e 2020.

3.4 Fontes dos documentos

Além da análise entre as palavras chaves foi possível fazer uma pesquisa sobre as fontesdos documentos e foram encontradas 330 fontes relacionadas ao tema concreto permeável. Entretanto, foi realizada uma restrição de número mínimo de citações desses documentos igual a 5, reduzindo o número para 38 periódicos com força total de conexãoentre um periódico e outro apresentada na Figura 4.

Figura 4 – Força de conexão entre os periódicos.



Fonte: VOSviewer (2023).

Pela Figura 4 é possível realizar a análise temporal para encontrar em quais anos ocorreu mais intensidade de publicações e citações sobre concretos permeáveis, que nesse caso correspondeu entre os anos de 2017 e 2019.

Percebe-se que o periódico mais influente em quantidade de citações sobre o tema de concretos permeáveis foi a "*Construction and Building Materials*" com 3.769 citações e 112 documentos, seguido da "*Journal of Cleaner Production*" com 893 citações e 18 documentos e da "*Journal of Environmental Management*" com 549 citações e 15 documentos. A Tabela 2 apresenta os dez principais periódicos com maior número de citações sobre concreto permeável.

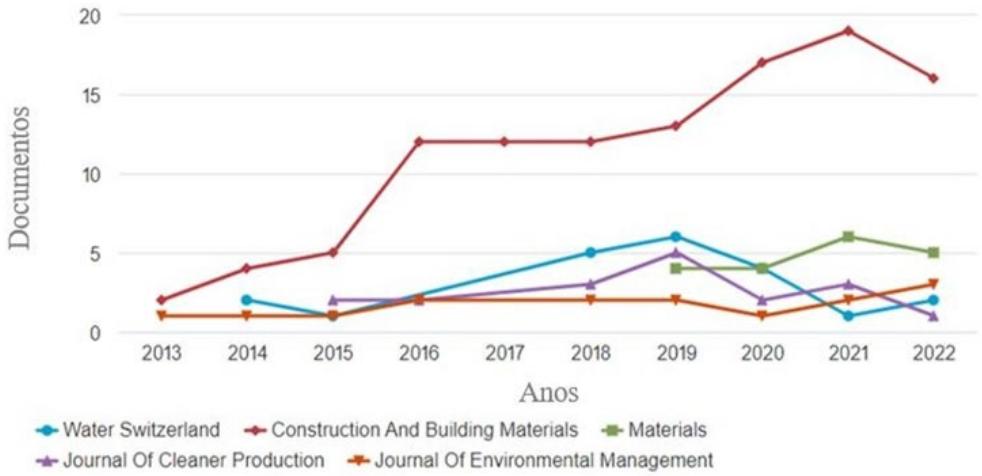
Tabela 2 – Periódicos com maior frequência de citações.

Ordem	Fonte	Documentos	Citações	Total de força de link
1	construction and building materials	112	3769	780.93
2	journal of cleaner production	18	893	197.46
3	journal of environmental management	15	549	225.12
4	journal of environmental engineering (united states)	13	346	175.14
5	materials and structures/materiaux et constructions	9	312	89.00
6	cement and concrete research	8	310	85.00
7	cement and concrete composites	10	256	139.83
8	journal of hydrology	9	253	127.95
9	water (switzerland)	21	253	317.96
10	journal of building engineering	11	208	89.00

Fonte: Autoria própria.

Ademais, pela Figura 5 é possível identificar a quantidade de publicações para os cinco principais periódicos em análise, em um período de 10 anos.

Figura 5 – Frequência de publicações nos últimos 10 anos dos cinco principais periódicos.



Fonte: Base Scopus (2023).

Dessa forma é notório que o periódico "*Construction and Building Materials*" obteve crescimento maior entre os anos de 2015 e 2016 e se manteve superior aos demais periódicos até o fim do período analisado, o "*Journal of Cleaner Production*" obteve maior crescimento no ano de 2019 e se manteve na média nos demais anos, já a "*Journal of Environmental Management*" manteve uma projeção constante em todo o período.

3.5 Autores

Foram constatados 2.264 autores que trabalham com o tema, mas após filtragem pelo número mínimo de publicações igual a 7, ficou resumido a 22 autores. A Tabela 3 apresenta, em número decrescente de citações, os principais autores que realizaram pesquisas na área de concretos permeáveis, já na Figura 6 apresenta a interação entre esses autores.

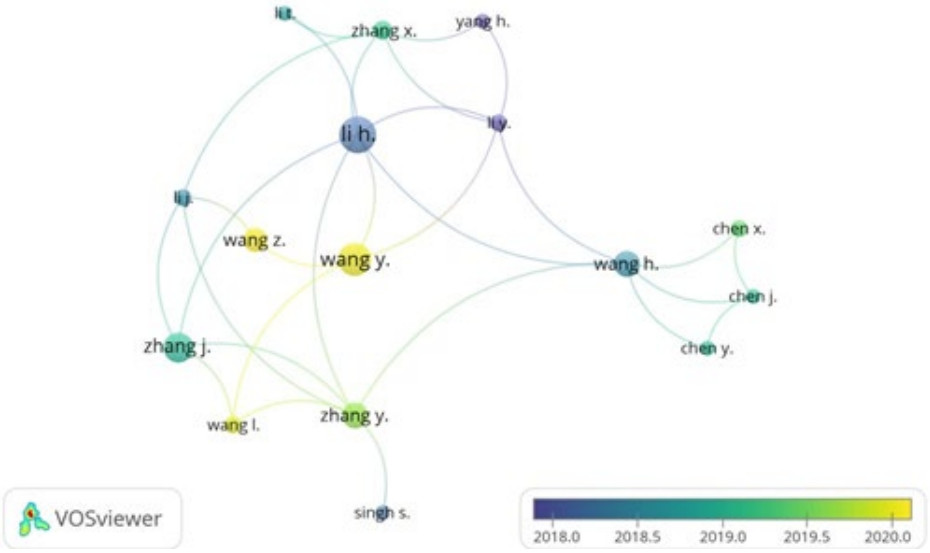
Tabela 3 – Periódicos com maior frequência de citações.

Ordem	Autor	Número de documentos	Número de citações	Acesso total de links
1	Shaikh F.U.A.	7	792	0.00
2	Li H.	17	634	9.00
3	Hunt W.F.	10	331	8.00
4	Zhang J.	14	323	7.00
5	Winston R.J.	11	297	8.00
6	Singh S.	7	271	1.00
7	Borst M.	8	262	0.00

Ordem	Autor	Número de documentos	Número de citações	Acesso total de links
8	Zhang X.	9	234	4.00
9	Li Y.	8	200	4.00
10	Zhang Y.	12	182	7.00

Fonte: Autoria própria.

Figura 6 – Força de interação entre os autores.



Fonte: VOSviewer (2023).

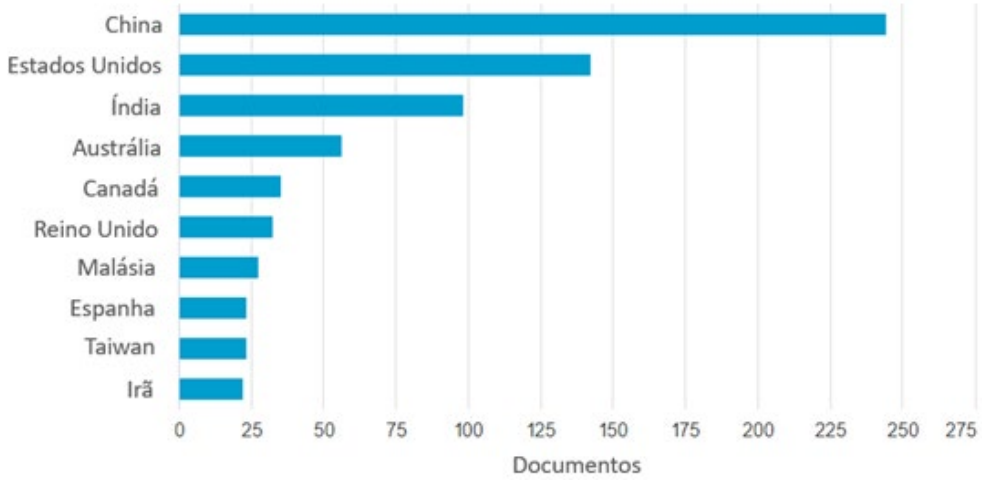
Pela Figura 6 é notado que houve maiores publicações entre os anos de 2018 e 2019, com três autores mais citados, são eles: Shaikh F.U.A. com 792 citações; Li H. com 634 e Hunt W.F. com 331.

Além dos principais autores foi possível, por meio da base Scopus, constatar quais países pesquisam mais sobre concretos permeáveis e o resultado está apresentado no próximo item.

3.6 Países

A Figura 7 destaca os países onde a maioria das pesquisas para concretos permeáveis foram executados.

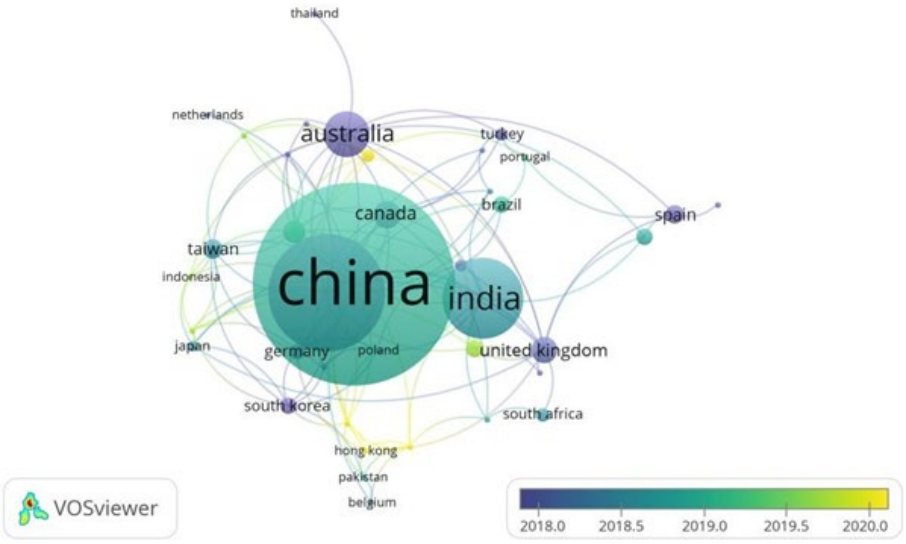
Figura 7 – Principais países que realizam pesquisa com concretos permeáveis.



Fonte: Base Scopus (2023).

Esses resultados mostram que a China é o principal país que realiza pesquisas sobre concretos permeáveis com aproximadamente 250 publicações, seguido dos Estados Unidos com mais de 125 publicações e Índia com pouco menos de 100 documentos. Já o vínculo entre os países é possível ser relacionado por meio da Figura 8 com percepção que houve mais publicações entre os anos de 2018 e 2019.

Figura 8 –Vinculação dos estudos entre os países



Fonte: Base Scopus (2023).

4 CONCLUSÕES

Pôde-se concluir que o mapeamento bibliográfico é necessário para nortear sobre a abordagem das principais fontes de pesquisas sobre concretos permeáveis. Além disso, foi possível concluir que as principais pesquisas se encontram na China, Índia e Estados Unidos, países mais populosos, e consequentemente vulneráveis a problemas de inundações. Além disso, outro fator influente é o desenvolvimento desses países em pesquisas que tendem a incorporar no mercado novas tecnologias da construção.

Ademais o desenvolvimento de concretos permeáveis tende a crescer nos próximos anos devido a necessidade de encontrar componentes que possam ser incorporados nas misturas para potencializar as funções mecânicas e drenantes e desenvolver metodologias de dosagens e normas para aplicação em pavimentos permeáveis.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. NBR 16416: Pavimentos permeáveis de concreto – Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2015.

FARIA, Andréia da Conceição de. Pavimento de concreto drenante: estudo da granulometria que favorece a drenagem e que afete o mínimo da resistência. In: 33° CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET, 33., 2019,
Balneário Camboriú. 2019. v. 33, p. 1-12.

LAMB, Gisele Santoro. Desenvolvimento e Análise do Desempenho de Elementos de Drenagem Fabricados em Concreto Permeável. 2014. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

Mehta, P. K. e Monteiro, P. J. M. (2008) "Concrete, Microstucture, Properties and Materials" São Paulo: Ibracon.

OLIVEIRA, Daniela Dolovitsch de. Análise do desempenho mecânico em concretos permeáveis com substituição parcial do agregado graúdo por resíduo da construção civil. 2017. 95 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Unijui, Ijuí, 2017.

PARRA, Maurício Rodrigues; COUTINHO, Renato Xavier; PESSANO, Edward Frederico de Castro. Um breve olhar sobre a cienciometria: origem, evolução, tendências e sua contribuição para o Ensino de Ciências. Contexto & Educação, Ijuí, v. 34, n. 107, 2019.

PEREIRA, Katrine Krislei; BARBOSA, Monica Pinto. desenvolvimento de composição de concreto permeável com agregados oriundos de resíduos de construção civil da região de campinas. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. Campinas, 2015. p. 1-6.

RIBEIRO, Aline. Concreto permeável com agregados reciclados de resíduos de isoladores elétricos de porcelana. 2014. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2014.

SANTOS, Rafael Reinheimer dos. Estudo da resistência mecânica do concreto permeável com substituição de agregado natural por agregado reciclado. 2017. 77
f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Santa Rosa, 2017.

TAVARES, L. M. e KAZMIERCZAK, C. S. Estudo da influência dos agregados de concreto reciclado em concretos permeáveis, Rev. IBRACON Estrut. Mater., São Paulo, v. 9, n.1, p. 75-89, 2016.

CHAPTER IX

BIOLOGICAL AND PHYTOCHEMICAL ACTIVITY OF MARMELEIRO (CROTON BLANCHETIANUS BAILL): A REVIEW

ATIVIDADE BIOLÓGICA E FITOQUÍMICA DO MARMELEIRO (CROTON BLANCHETIANUS BAILL): UMA REVISÃO

DOI: 10.51859/amplla.sset.2124-9

Illa Fernanda Mesquita Silva [1]
Maria das Dores Barreto Sousa [2]
Jorge Marcelo Moraes Albuquerque [3]
Rosemarie Brandim Marques [4]
Valdiléia Teixeira Uchôa [5]
Antônio Luiz Martins Maia Filho [6]

[1] Mestranda em Química. Programa de Pós-Graduação em Química – UESPI
[2] Mestra em Química. Programa de Pós-Graduação em Química – UESPI
[3] Mestrando em Química. Programa de Pós-Graduação em Química – UESPI
[4] Professora Associada I do Departamento de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Química – UESPI
[5] Professora Adjunta IV do Departamento de Química. Programa de Pós-Graduação em Química – UESPI
[6] Professor Associado I do Departamento de Enfermagem. Programa de Pós-Graduação em Química – UESPI.

ABSTRACT

The marmeleiro (Croton blanchetianus Baill) is a native plant of the Brazilian semiarid region with wide distribution in the Northeast and Southeast regions of the country. This integrative review study addresses the biological activity and phytochemical composition of the marmeleiro, highlighting its therapeutic and agronomic properties. Twenty-five studies published in the last 10 years were analyzed, revealing a diversity of biological activities, including antimicrobial, antioxidant, antinociceptive and insecticidal. The results demonstrate efficacy against a variety of pathogenic microorganisms, agricultural pests, and pain, in addition to antioxidant properties. The chemical composition of the marmeleiro was characterized by a predominance of terpenes, especially eucalyptol and α-pinene, which play an important role in its bioactive properties. The studies highlight the need for further research to fully explore the therapeutic and agronomic potential of the marmeleiro. In summary, the marmeleiro emerges as a valuable source of bioactive compounds with significant potential in medicine and agriculture, offering promising prospects for the development of alternative therapies and sustainable solutions.

Keywords: Bioactive potential. Phytochemicals. Antioxidant. Insecticidal. Antimicrobial.

RESUMO

O marmeleiro (Croton blanchetianus Baill) é uma planta nativa do semiárido brasileiro com ampla distribuição nas regiões Nordeste e Sudeste do país. Este estudo de revisão integrativa aborda a atividade biológica e a composição fitoquímica do marmeleiro, destacando suas propriedades terapêuticas e agronômicas. Foram analisados 25 estudos publicados nos últimos 10 anos, revelando uma diversidade de atividades biológicas, incluindo ação antimicrobiana, antioxidante, antinociceptiva e inseticida. Os resultados demonstram eficácia contra uma variedade de microrganismos patogênicos, pragas agrícolas e dor, além de propriedades antioxidantes. A composição química do marmeleiro foi

caracterizada por uma predominância de terpenos, especialmente eucaliptol e α-pineno, que desempenham um papel importante em suas propriedades bioativas. Os estudos destacam a necessidade de mais pesquisas para explorar completamente o potencial terapêutico e agronômico do marmeleiro. Em suma, o marmeleiro emerge como uma fonte valiosa de compostos bioativos com potencial significativo na medicina e na agricultura, oferecendo perspectivas promissoras para o desenvolvimento de terapias alternativas e soluções sustentáveis.

Palavras-chave: Potencial bioativo. Fitocompostos. Antioxidante. Inseticida. Antimicrobiana.

1 INTRODUÇÃO

Croton blanchetianus Baill também conhecida como marmeleiro, é uma planta encontrada no semiárido brasileiro, sendo uma espécie pioneira e típica da caatinga sua distribuição abrange as regiões Nordeste (AL, BA, CE, PE, PI, PB, RN, SE) e Sudeste (MG) (Silva *et al*., 2010; Souza *et al*., 2020).

A planta apresenta uma ampla gama de utilizações, que vão desde a obtenção de combustível (lenha) e materiais para construção rural (varas de cercas), até aplicações em tecnologia (utensílios e mobília doméstica), medicina veterinária e na medicina tradicional (Lima *et al*., 2018).

Devido à diversidade de metabólitos secundários que possui, têm-se investigado as potenciais atividades biológicas desta planta, tais como atividade antioxidante, antimicrobiana, repelente, entre outras.

A presença de atividade biológica em um composto pode ser explorada em várias áreas, como medicina, farmacologia e agricultura. Na medicina, por exemplo, compostos com atividade biológica podem ser utilizados como medicamentos para tratar doenças, enquanto na agricultura, podem ser empregados como pesticidas para proteger as culturas contra pragas.

Essa capacidade de interação com sistemas biológicos é geralmente resultado das propriedades químicas e estruturais do composto, que permitem que ele se ligue a alvos específicos no organismo, desencadeando uma resposta biológica.

Em virtude de sua ampla distribuição geográfica e pelo seu potencial uso em diversas áreas, incluindo medicina tradicional e veterinária, tecnologia e construção rural, a variedade na composição química na planta sugere a existência de propriedades biológicas relevantes.

Nesta perspectiva, este estudo visa compilar informações sobre as atividades biológicas investigadas da planta *C. blanchetianus* Baill, publicadas no período de

2013 a 2023, juntamente com sua fitoquímica em diferentes tipos de preparações da planta.

2 METODOLOGIA

Este estudo trata-se de uma revisão integrativa da literatura, com o objetivo de sintetizar resultados de estudos científicos selecionados acerca do potencial bioativo da planta marmeleiro (*C. blanchetianus*). A pergunta norteadora em que se baseou essa pesquisa foi: Quais testes biológicos foram feitos com a planta *C. blanchetianus* nos últimos 10 anos?

Para a realização da revisão foram utilizadas as bases de dados Portal de Periódicos da Capes, Web of Science e Scopus utilizando a palavra-chave "*Croton blanchetianus*". A pesquisa foi refinada para artigos publicados durante os anos de 2013 a 2023. As buscas foram feitas no período de abril a dezembro de 2023.

O critério inicial de inclusão foi estabelecido durante a busca exclusiva por artigos, os quais deveriam ser ensaios que testassem algum potencial bioativo da planta *C. blanchetianus*. Artigos que envolviam qualquer tipo de preparação da planta, como extratos, frações, óleo essencial ou constituintes isolados pelos autores, foram considerados. Também foram incluídos estudos que investigavam a bioatividade de outras plantas, além da planta de interesse, contanto que os resultados fossem independentes e destinados exclusivamente a fins de comparação.

Os critérios de exclusão abrangem artigos exclusivamente focados em fitoquímica, teses ou dissertações, bem como aqueles que não realizaram testes bioativos. Também foram excluídos artigos centrados apenas em toxicidade ou genotoxicidade, assim como estudos que não estavam alinhados com o objetivo proposto.

Realizou-se a leitura dos títulos e resumos dos trabalhos encontrados, onde foram incluídos na revisão aqueles que atenderam aos critérios anteriormente mencionados. Os artigos selecionados foram lidos na íntegra. Foram considerados para esta pesquisa, trabalhos em português, inglês e espanhol.

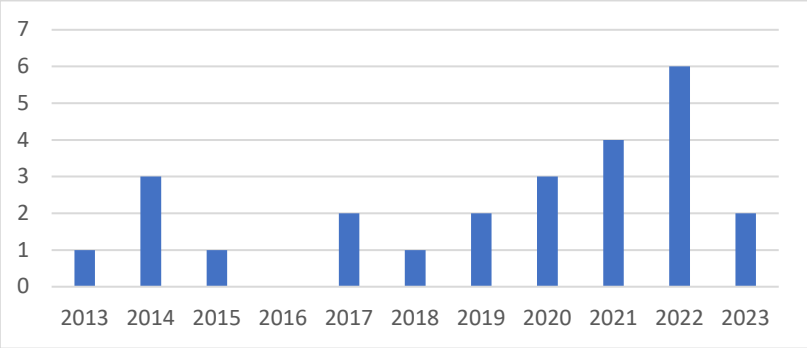
As informações obtidas a partir dos artigos revisados incluíram: o método de preparo da planta e a parte utilizada, o potencial bioativo abordado no estudo e os resultados alcançados nos testes. Além disso, as informações foram dispostas em tabelas e abordadas no conteúdo textual deste estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a especificação da busca nas bases de dados para incluir apenas artigos dos últimos 10 anos, foram encontrados 175 artigos. Ao final, foram incluídos 25 estudos para fazer parte desta revisão, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão.

Na Figura 1 é possível observar o quantitativo de artigos publicados ao decorrer dos últimos dez anos, acerca dos ensaios de bioatividade feitos da planta *C. blanchetianus*, sendo 2022 o ano com o maior número de publicações (seis), enquanto 2016 não houve nenhuma.

Figura 1 - Relação de artigos publicados por ano



Fonte: Autoria própria.

3.1 Propriedades biológicas

Os resultados obtidos nesta revisão revelam uma ampla gama de propriedades terapêuticas e biológicas do extrato e óleo essencial da planta em questão, como pode ser observada na Quadro 1. Inicialmente, destacam-se suas propriedades antimicrobianas e bacteriostáticas. Melo *et al*., (2013) exploraram o potencial antimicrobiano do óleo essencial das folhas, observando efeitos bactericidas contra *Aeromonas hydrophila* e *Listeria monocytogenes*, além de ação bacteriostática contra *Salmonella enteritidis*, destacando sua aplicabilidade na conservação de alimentos.

Angélico *et al*. (2014) também investigaram o óleo essencial das folhas, observando sua eficácia contra a cepa Gram-positiva de *Bacillus cereus*, bem como sua atividade inibitória significativa contra *S. aureus*, especialmente quando combinado com antibióticos, demonstrando efeito sinérgico.

Quadro 1 - Relação de artigos com ensaios biológicos

Referência	Tipo de Preparação (Parte da Planta)	Atividade biológica	Resultados
MELO *et al.*, (2013)	Óleo essencial (folhas)	antimicrobiano	Efeito bactericida contra *Aeromonas hydrophila* e *Listeria monocytogenes* e ação bacteriostática contra *Salmonella enteritidis.* Efeito bacteriostático em carnes contaminadas com *L. monocytogenes.*
SIQUEIRA *et al.,* (2014)	Extrato aquoso (folhas)	repelente e acaricida	Reduziu a taxa instantânea de crescimento populacional de *Mononychellus tanajoa*; Tóxico e repelente sobre fêmeas adultas.
ANGÉLICO *et al.,* (2014)	óleo essencial (folhas)	antimicrobiano	Eficaz contra a cepa Gram-positiva de *Bacillus cereus*; Atividade inibitória significativa para *S. aureus*. O óleo potencializou os antibióticos amicacina, canamicina e gentamicina contra a cepa de *B. cereus*.
SILVA *et al.,* (2014)	extrato hidrometa-nólico (casca)	acaricida	Taxa de mortalidade de 78% contra larvas de Rhipicephalus *microplus*.
XAVIER *et al.,* (2015)	extrato aquoso (folhas)	repelente e acaricida	Efeito significativo sobre a mortalidade de Tetranychus *bastosi*; Repelentes para fêmeas da espécie.
AQUINO *et al.,* (2017)	extrato etanólico (folhas)	antioxidante	O extrato foi capaz de sequestrar o radical livre DPPH, mostrando ser mais eficiente do que o BHT.
SOUZA *et al.,* (2017)	Hidrolato (folhas)	fitotóxico	Efeito inibitório na germinação em fotoperíodos de 12 e 14 horas de luz; O índice de velocidade de germinação mostra fitotoxidez.
FIRMINO *et al*., *(2018*)	extrato hexânico (raízes)	antimicrobiano	Todos os extratos apresentaram atividade antimicrobiana; Os diterpenos isolados apresentaram atividade bactericida e bacteriostática contra *S. mutans* e *S. parasanguinis*.
RODRIGUES *et al.,* (2019)	óleo essencial (folhas)	acaricida	Eficácia acaricida significativa contra *Rhipicephalus* (Boophilus) *microplus*.
FIRMINO *et al.,* (2019)	diterpenos isolados do extrato hexânico (raízes)	antibiofilme	Inibiram a formação de biofilme de estreptococos orais, romperam os biofilmes pré-formados e causaram modificações na superfície bacteriana contra *S. parasanguinis* e *S. mutans*.

Referência	Tipo de Preparação (Parte da Planta)	Atividade biológica	Resultados
FREITAS *et al.,* (2020)	extrato etanólico (folhas)	antinociceptivo	Efeito antinociceptivo em três modelos de dor (contorção induzida por ácido acético, teste da formalina, teste de imersão de cauda).
PEREIRA *et al.,* (2020)	extrato etanólico (casca)	antiparasitário (leishmanicida)	Efeitos eficazes e seletivos contra *L. infantum* e *L. amazonensis*, causando declínio na taxa de multiplicação do parasita.
SILVA *et al.,* (2020)	óleo essencial (folhas)	inseticida	Toxicidade por contato sobre *Callosobruchus maculatus* Fabricius; As concentrações letais foram baixas e também reduziu a oviposição e emergência de adultos.
PORTO *et al.,* (2021)	óleo essencial (folhas)	antifúngico	Embora os óleos testados não tenham demonstrado efeito antifúngico, *C. blanchetianus* provou ser uma fonte viável para a obtenção de substâncias com potencial efeito antifúngico devidamente comprovados, como α-pineno.
CAMARA *et al.,* (2021)	óleo essencial (folhas e caules)	repelente e acaricida	Repelente e acaricida contra o *Tetranychus urticae.*
VASCONCELOS *et al.,* (2021)	extrato aquoso (folhas)	antioxidante e antimicrobiano	O extrato aquoso das folhas frescas mostrou maior atividade antioxidante comparado ao extrato das folhas secas. Ambos exibiram atividade antimicrobiana contra bactérias Gram-positivas (*S. aureus* e *L. monocytogenes*). Os autores sugerem sua aplicação como antioxidantes e conservantes em alimentos.
LIMA *et al.,* (2021)	diterpeno isolado (casca do caule)	ansiolítico	O diterpeno do tipo clerodina, sonderianina (CBWS) reduziu a atividade locomotora no *Danio rerio;* Interação do CBWS no sistema nervoso central, fornecendo evidências de que tem um efeito ansiolítico.
OLIVEIRA *et al.,* (2022a)	fração aquosa e fração de acetato de etila (folhas)	antioxidante	A fração acetato de etila (EAF) tem uma capacidade significativa em sequestrar radicais livres DPPH, com efeito antioxidante maior que o extrato bruto (SDE) e maior que a fração aquosa (AqF).

Referência	Tipo de Preparação (Parte da Planta)	Atividade biológica	Resultados
NUNES *et al.,* (2022)	óleo essencial (folhas)	antimicrobiano e antibiofilme	Bacteriostático e bactericida contra as cepas de *S. aureus*, *S. epidermidis* e *E. coli*; Efeito sinérgico com ampicilina e tetraciclina, inibiu a formação de biofilme e reduziu o número de células viáveis nos biofilmes.
MALVEIRA *et al.,* (2022)	óleo essencial (folhas)	antimicrobiano	Inibiu pouco o crescimento de *B. subtilis* (23%), *P. aeruginosa* (27%) e *S. enterica* (28%); Foi ativo contra espécies de *C. albicans* (78%) e *C. parapsilosis* (75%). Inibiu a formação de biofilme contra *C. albicans* (44%) e *C. parapsilosis* (74%), e reduziu cerca de 41 e 27% do biofilme pré-formado, respectivamente.
OLIVEIRA *et al.,* (2022b)	fração de acetato de etila (folhas)	antinociceptivo	A fração de acetato de etila apresentou efeitos antinociceptivos em todos os modelos (contorções abdominais induzidas por ácido acético, formalina, placa quente e imersão de cauda) e foi eficaz contra dor neurogênica e inflamatória.
FIGUEIREDO *et al.,* (2022)	extratos: aquoso, etanólico e hidroalcóolico (folhas)	antioxidante e antimicrobiano	Atividade antimicrobiana com inibição para *S. aureus,* L. *innocua,* S. *enterica,* E. *coli e* A. *flavus;* O extrato adicionado à embalagem manteve a qualidade e evitou a oxidação lipídica da carne durante 10 dias de armazenamento refrigerado.
VASCONCELOS *et al.,* (2022)	óleo essencial (folhas)	antimicrobiano	Inativou as bactérias *L. monocytogenes*, *S. aureus, L. mesenteroides* e *W. viridescens* em todas as concentrações aplicadas; Não inativou *S. enteritidis* e *E. coli,* mas suas taxas de crescimento foram reduzidas.
ABREU *et al.,* (2023)	extrato aquoso (folhas)	inseticida	A aplicação tópica do extrato na concentração de 10%, não afeta o ciclo reprodutivo de *M. arachidis;* A mortalidade dos insetos foi menor que 30%, considerada inofensiva.

Referência	Tipo de Preparação (Parte da Planta)	Atividade biológica	Resultados
NASCIMENTO *et al.,* (2023)	óleo essencial (folhas)	antinociceptivo	Houve redução no número de contorções abdominais e também de lambidas na primeira e segunda fases do teste da formalina; O tempo de latência no teste de movimento da cauda também aumentou significativamente.

Fonte: Autoria própria.

Firmino *et al*. (2018) direcionaram seus estudos para o extrato hexânico das raízes, identificando atividade antimicrobiana em diferentes concentrações, com destaque para a ação bactericida e bacteriostática contra *Streptococcus mutans* e *Streptococcus parasanguinis*.

Os óleos essenciais das folhas também foram alvo de estudo por Malveira *et al*. (2022) e Vasconcelos *et al*. (2022). Malveira *et al*. (2022) observaram inibição do crescimento de diversas bactérias, bem como atividade contra espécies de *C. albicans*, enquanto Vasconcelos *et al*. (2022) constataram a inativação de várias bactérias, como *Listeria monocytogenes* e *S. aureus*, evidenciando o potencial antimicrobiano do óleo essencial.

Firmino *et al*. (2019) investigaram diterpenos isolados do extrato hexânico das raízes, observando sua capacidade de inibir a formação de biofilme de estreptococos orais, além de romper biofilmes pré-formados e causar modificações na superfície bacteriana contra *Streptococcus parasanguinis* e *Streptococcus mutans*.

Nunes *et al*. (2022) analisaram o óleo essencial das folhas, observando sua atividade antimicrobiana e antibiofilme. O óleo essencial demonstrou atividade bacteriostática e bactericida contra cepas de *S. aureus*, *S. epidermidis* e *E. coli*. Além disso, apresentou efeito sinérgico com ampicilina e tetraciclina, inibindo significativamente a formação de biofilme e reduzindo o número de células viáveis nos biofilmes.

Em relação ao controle de pragas agrícolas, Siqueira *et al*. (2014) investigaram o extrato aquoso das folhas e observaram sua eficácia como repelente e acaricida contra o ácaro *Mononychellus tanajoa*, uma praga da mandioca. O estudo demonstrou

uma redução na taxa de crescimento populacional dessa praga, além de apresentar toxicidade e efeito repelente sobre as fêmeas adultas.

O estudo conduzido por Silva *et al*. (2014) avaliou um extrato hidrometanólico da casca de *C. blanchetianus* como acaricida, demonstrando uma taxa de mortalidade significativa de 78% contra larvas de *Rhipicephalus microplus*, o carrapato bovino. Ainda sobre esta praga, Rodrigues *et al*. (2019) investigaram a eficácia do óleo essencial das folhas, encontrando resultados significativos em diferentes concentrações do óleo essencial.

Xavier *et al*. (2015) examinaram o extrato aquoso das folhas e observaram um efeito significativo sobre a mortalidade de *Tetranychus bastosi*, um ácaro que afeta diversas culturas. Além disso, o tratamento se mostrou repelente para as fêmeas dessa espécie, indicando seu potencial como agente de controle de pragas.

Camara *et al*. (2021) ampliaram a pesquisa, investigando o óleo essencial das folhas e caules de *C. blanchetianus* como repelente e acaricida contra o *Tetranychus urticae*, uma praga que também afeta diversas culturas. O óleo essencial apresentou atividade tanto repelente quanto acaricida, mostrando seu potencial como uma alternativa natural para o controle de pragas agrícolas.

Souza *et al*. (2017) conduziram um estudo utilizando hidrolato das folhas de *C. blanchetianus* para investigar seu potencial fitotóxico. Os resultados revelaram que o hidrolato exerce um efeito inibitório na germinação das sementes e o índice de velocidade de germinação indicou fitotoxidez, sugerindo um potencial efeito fitotóxico do hidrolato das folhas de *C. blanchetianus*, o que pode ter implicações importantes em práticas agrícolas e de manejo de plantas daninhas.

A pesquisa sobre as propriedades antioxidantes das folhas de *C. blanchetianus* tem revelado resultados significativos nos estudos aqui abordados. Aquino *et al*. (2017) investigaram o extrato etanólico das folhas e observaram sua capacidade de sequestrar o radical livre DPPH, mostrando-se mais eficiente do que o controle positivo BHT. Esse efeito antioxidante foi atribuído à presença e concentração de compostos fenólicos, como taninos e flavonoides.

Vasconcelos *et al*. (2021) analisou o extrato aquoso das folhas frescas, observando maiores teores de flavonoides e atividade antioxidante em comparação com o extrato de folhas secas. Além disso, ambos os extratos aquosos apresentaram atividade antimicrobiana contra bactérias Gram-positivas, sugerindo seu potencial uso como antioxidantes e conservantes em alimentos.

Oliveira *et al*. (2022a) investigaram a fração aquosa e a fração de acetato de etila das folhas, encontrando uma capacidade significativa de sequestrar radicais livres DPPH e uma forte atividade antioxidante na fração de acetato de etila, atribuída à presença de compostos fenólicos, como flavonoides.

Figueiredo *et al*. (2022) exploraram os extratos aquoso, etanólico e hidroalcoólico das folhas, observando atividade antioxidante e antimicrobiana. Os extratos demonstraram inibição contra várias cepas bacterianas e fúngicas, além de serem eficazes na preservação da qualidade e prevenção da oxidação lipídica da carne durante o armazenamento refrigerado.

Também foi investigado as propriedades antinociceptivas da planta. Freitas *et al*. (2020) prepararam um extrato etanólico das folhas e demonstraram sua eficácia em três modelos de dor, incluindo contorção induzida por ácido acético, teste da formalina e teste de imersão de cauda. Resultados promissores também foram observados por Oliveira *et al*. (2022b), que analisaram a fração de acetato de etila das folhas e constataram sua atividade antinociceptiva em diversos modelos de dor, incluindo contorções abdominais induzidas por ácido acético, teste da formalina, placa quente e imersão de cauda, sendo eficaz contra dor neurogênica e inflamatória.

Além disso, Nascimento *et al*. (2023) investigaram o óleo essencial das folhas e observaram uma redução significativa no número de contorções abdominais e lambidas na primeira e segunda fases do teste da formalina, além de um aumento significativo no tempo de latência no teste de movimento da cauda.

Lima *et al*. (2021) realizaram um estudo investigando um diterpeno isolado da casca do caule de *C. blanchetianus* com potencial ansiolítico. O diterpeno clerodina, conhecido como sonderianina, demonstrou redução na atividade locomotora em *D. rerio*, com evidências apontando para uma interação no sistema nervoso central. Este estudo é pioneiro ao identificar a interação do diterpeno sonderianina no sistema nervoso central, fornecendo indícios de seu efeito ansiolítico mediado pelo envolvimento serotoninérgico (5-HT) e pela ação anti-acetilcolinesterásica. Esses resultados destacam o potencial terapêutico do diterpeno sonderianina como uma possível intervenção ansiolítica, abrindo caminho para futuras investigações sobre seus mecanismos de ação e sua aplicação clínica.

L. infantum e *L. amazonensis* são duas espécies de protozoários do gênero *Leishmania* que podem causar diferentes formas de leishmaniose, uma doença parasitária que afeta seres humanos e outros mamíferos. O extrato etanólico da casca

de *C. blanchetianus* exibiu atividade antiparasitária eficaz e seletiva contra *L. infantum* e *L. amazonenses* (Pereira *et al*., 2020).

A utilização de extratos e óleos essenciais de plantas como alternativas para o controle de pragas tem sido amplamente investigada. Silva *et al*. (2020) realizaram estudos com o óleo essencial das folhas de *C. blanchetianus*, observando sua eficácia como inseticida contra *C. maculatus*. Os resultados revelaram uma notável toxicidade por contato, com concentrações letais consideradas baixas. Além disso, o óleo essencial também foi capaz de reduzir a oviposição e a emergência de adultos, sugerindo seu potencial como uma opção para o controle de insetos-praga.

Por outro lado, Abreu *et al*. (2023) investigaram o efeito de um extrato aquoso das folhas de *C. blanchetianus* como inseticida, utilizando uma concentração de 10%. A aplicação tópica desse extrato não afetou o ciclo reprodutivo de *M. arachidis*, uma espécie de inseto praga. A mortalidade dos insetos foi inferior a 30%, o que foi considerado inofensivo. Esses resultados sugerem que o extrato aquoso pode não ser eficaz como inseticida contra *M. arachidis* ou que pode ser necessário ajustar a concentração para obter um efeito mais pronunciado.

Esses achados indicam que a planta não apenas pode ser uma fonte promissora de agentes antimicrobianos e inseticidas, mas também possui propriedades antioxidantes e antinociceptivas, destacando seu potencial na medicina alternativa e no controle de pragas.

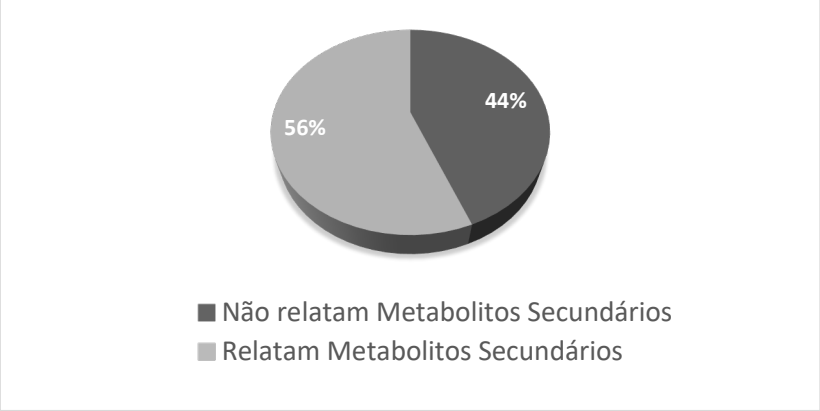
3.2 Fitoquímica

Dos artigos analisados nesse estudo, 56% (14 artigos) relataram a composição fitoquímica nos vários tipos de preparação da planta *C. blanchechianus*, enquanto 44% (11 artigos) não trouxeram a relação de metabólitos secundários, como pode ser observado na Figura 2.

O óleo essencial das folhas revelou uma variedade de compostos, incluindo cedrol, eucaliptol e α-pineno, conforme relatado por Angélico *et al*. (2014), Rodrigues *et al*. (2019), Porto *et al*. (2021), Nunes *et al*. (2022) e Nascimento *et al*. (2023).

Os estudos de Aquino *et al*. (2017) e Freitas *et al*. (2020) sobre o extrato etanólico das folhas mostraram a presença de taninos, flavonoides e outros compostos. Além disso, o extrato etanólico da casca, conforme Pereira *et al*. (2020), apresentou terpenos insaturados e aromáticos.

Figura 2 - Descrição das plantas versus metabólitos secundários



Fonte: Autoria própria.

Oliveira *et al*. (2022a) identificaram derivados hidroxicinâmicos e flavonoides na fração de acetato de etila. Camara *et al*. (2021) revelaram a presença de espatulenol, δ-cadineno e β-acoreno no óleo essencial das folhas e caules. Ainda sobre o óleo essencial das folhas, Vasconcelos *et al*. (2022) e Malveira *et al*. (2022) relataram a presença de eucaliptol, biciclogermacreno, α-pineno e espatulenol.

A fração acetato de etila, conforme estudado por Oliveira *et al*. (2022b), continha quercetina-3-O-(2-ramnosil) rutinosídeo, hiperosídeo e outros compostos. Figueiredo *et al*. (2022) demonstraram a presença de ácido 2,5-dihidroxibenzóico, catequina, ácido rosmarínico, miricetina e outros compostos fenólicos em alta concentração no extrato das folhas.

É possível observar que os terpenos são os compostos mais prevalentes nas preparações da planta *C. blanchetianus*. Especificamente, o eucaliptol (também conhecido como 1,8-cineol) e o α-pineno são os terpenos mais comuns, aparecendo em várias preparações de óleo essencial das folhas. O eucaliptol foi identificado como um constituinte majoritário em seis estudos: Angélico *et al*. (2014), Rodrigues *et al*. (2019), Porto *et al*. (2021), Nunes *et al*. (2022), Malveira *et al*. (2022) e Vasconcelos *et al*. (2022). O α-pineno foi encontrado em cinco preparações como um dos majoritários: Angélico *et al*. (2014), Vasconcelos *et al*. (2022), Nunes *et al*. (2022), Nascimento *et al*. (2023) e Porto *et al*. (2021).

Além disso, outros terpenos, como o β-cariofileno, germacreno-D, espatulenol, biciclogermacreno, limoneno, E-cariofileno, δ-cadineno, β-acoreno, β-felandreno, terpinoleno e germacreno D, também foram identificados. Esses resultados destacam

a importância dos terpenos na composição química e potencial bioativo da *C. blanchetianus*.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sobre a atividade biológica e a composição fitoquímica do marmeleiro (*C. blanchetianus* Baill), destacam-se suas propriedades terapêuticas e potencial agronômico. Os resultados revelam uma diversidade de propriedades terapêuticas, incluindo atividades antimicrobiana, antioxidante, antinociceptiva e inseticida, o que evidencia sua provável relevância na medicina humana e também na conservação de alimentos. Além disso, a análise da composição química revelou a predominância de terpenos, como eucaliptol e α-pineno, destacando o papel desses compostos na determinação do potencial bioativo do marmeleiro.

Em suma, esta revisão destaca o marmeleiro como uma fonte valiosa de compostos bioativos com potencial significativo na medicina e na agricultura. Oferece uma perspectiva promissora para o desenvolvimento de terapias alternativas e soluções sustentáveis para desafios atuais. No entanto, são necessários mais estudos para compreender completamente seu potencial e garantir sua segurança e eficácia em diversas aplicações.

REFERÊNCIAS

ABREU, K. G. *et al*. Seletividade fisiológica de extratos aquosos sobre ninfas e adultos de Marava arachidis (Dermaptera: Labiidae). **Revista Principia**, 2023.

ANGÉLICO, E. *et al*. Chemical characterization and antimicrobial activity of essential oils and Croton's varieties modulator in the Brazilian's Northeast semiarid. **African Journal of Plant Science**, *8*(7), 2014.

AQUINO, V. V. F. *et al*. Metabólitos secundários e ação antioxidante de Croton heliotripifolius e Croton blanchetianus. **Acta Brasiliensis**, *1*(3), 7–10, 2017.

CAMARA, C. A. *et al*. New sources of botanical acaricides from species of Croton with potential use in the integrated management of Tetranychus urticae. **Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, *20*(3), 244–259, 2021.

FIGUEIREDO, M. J. *et al*. Characterization and application of Croton blanchetianus Baill extract for lamb ribs preservation. **Food Chemistry**, *373*, 2022.

FIRMINO, N., ALEXANDRE, F., & VASCONCELOS, M. Antimicrobial Activity of 3, 4-seco-Diterpenes Isolated from Croton blanchetianus against Streptococcus

mutans and Streptococcus parasanguinis. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, *29*(4), 2018.

FIRMINO, N. C. S. *et al*. Diterpenes isolated from Croton blanchetianus Baill: Potential compounds in prevention and control of the oral Streptococci biofilms. **Industrial Crops and Products**, *131*, 371–377, 2019.

FREITAS, A. F. S. *et al*. Toxicity assessment and antinociceptive activity of an ethanolic extract from Croton blanchetianus (Euphorbiaceae) leaves. **South African Journal of Botany**, *133*, 2020.

LIMA, J. dos R. *et al*. Diterpene Sonderianin isolated from Croton blanchetianus exhibits acetylcholinesterase inhibitory action and anxiolytic effect in adult zebrafish (Danio rerio) by 5-HT system. **Journal of Biomolecular Structure and Dynamics**, *40*(24), 13625–13640, 2021.

LIMA, J. R. de F. *et al*. Inventário in situ como método para avaliação da extração de recursos madeireiros na Caatinga: estudo de caso no município de Cabaceiras (Paraíba, Brasil). **Revista Nordestina de Biologia**, *26*(1), 2018.

MALVEIRA, E. A., *et al*. Essential Oil from Croton blanchetianus Leaves: Anticandidal Potential and Mechanisms of Action. **Journal of Fungi**, *8*(11), 1147, 2022.

MELO, G. F. do A. *et al*. The sensitivity of bacterial foodborne pathogens to Croton blanchetianus Baill essential oil. **Brazilian Journal of Microbiology**, *44*(4), 1189–1194, 2013.

NASCIMENTO, M. F. do *et al*. Essential oil from leaves of Croton blanchetianus Baill does not present acute oral toxicity, has antigenotoxic action and reduces neurogenic and inflammatory nociception in mice. **Journal of Ethnopharmacology**, *318*(Pt A), 116908–116908, 2023.

NUNES, A. K. A. *et al*. Chemical Composition Determination and Evaluation of the Antimicrobial Activity of Essential Oil from Croton blanchetianus (Euphorbiaceae) against Clinically Relevant Bacteria. **Chemistry & Biodiversity**, *20*(1), e202200777, 2022.

OLIVEIRA, A. M. de *et al*. Flavonoid-rich fraction of Croton blanchetianus Baill.(Euphorbiaceae) leaves: Chemical profile, acute and subacute toxicities, genotoxicity and antioxidant. **South African Journal of Botany**, *144*, 2022a.

OLIVEIRA, A. M. de *et al*. Flavonoid-Rich Fraction from Croton blanchetianus (Euphorbiaceae) Leaves Exerts Peripheral and Central Analgesic Effects by Acting via the Opioid and Cholinergic Systems. **Chemistry & Biodiversity**, *19*(3), e202100853, 2022b.

PEREIRA, K. L. G. *et al*. Ethanolic extract of *Croton blanchetianus* Ball induces mitochondrial defects in *Leishmania amazonensis* promastigotes. **Anais Da Academia Brasileira de Ciências**, *92*, 2020.

PORTO, J. C. S. *et al*. Composição química e atividade antifúngica de plantas típicas da região nordeste do Brasil. **Revista Interdisciplinar**, *14*(1), 2021.

RODRIGUES, O. G. *et al*. In vitro biological activity of the Croton blanchetianus (Baill) essential oil against Rhipicephalus (Boophilus) microplus (Acari: Ixodidae). **Journal of Applied Biology & Biotechnology**, *7*(2), 2019.

SILVA, A. B. da *et al*. Bioatividade do óleo essencial de Croton blanchetianus Baill (Euphorbiaceae) sobre Callosobruchus maculatus Fabricius, 1775 (Coleoptera: Chrysomelidae). **Nativa**, *8*(4), 450–455, 2020.

SILVA, F. D. S. *et al*. An ethnopharmacological assessment of the use of plants against parasitic diseases in humans and animals. **Journal of Ethnopharmacology**, *155*(2), 1332–1341, 2014.

SILVA, J. S. *et al*. Sinopse das espécies de Croton L. (Euphorbiaceae) no estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, *24*(2), 441–453, 2010.

SIQUEIRA, F. F. da S. *et al*. Acaricide activity of aqueous extracts of plants caatinga om the cassava green mite. **Revista Caatinga**, *27*, 109–116, 2014.

SOUZA, G. S. de *et al*. Potencial alelopático de seis espécies do gênero Croton L. Na germinação de alface e tomate. **Iheringia - Serie Botanica**, *72*(2), 155–160, 2017.

SOUZA, M. R. de *et al*. Caracterização florística e fitossociológica do componente lenhoso de um fragmento florestal de caatinga em Serra do mel, Rio Grande do Norte, Brasil. **Nativa**, 2020.

VASCONCELOS, E. C. de *et al*. Potencial bioativo, antioxidante e antimicrobiano do extrato aquoso do processo de extração do óleo essencial de folhas de Croton blanchetianus Baill. **Scientia Plena**, *17*(12), 2021.

VASCONCELOS, E. C. de *et al*. Modeling the effect of Croton blanchetianus Baill essential oil on pathogenic and spoilage bacteria. **Archives of Microbiology**, *204*(10), 1–12, 2022

XAVIER, M. *et al*. Toxicidade e repelência de extratos de plantas da caatinga sobre Tetranychus bastosi Tutler, Baker & Sales (Acari: Tetranychidae) em pinhão-manso. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, *17*(4), 2015.

CHAPTER X

COMPOSITE BOND RESISTANCE TO DENTIN AFTER TREATMENT WITH SILVER DIAMINO FLUORIDE: A SYSTEMATIC REVIEW

RESISTÊNCIA DE UNIÃO COMPOSTA À DENTINA PÓS TRATAMENTO COM DIAMINO FLUORETO DE PRATA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

DOI: 10.51859/amplla.sset.2124-10

Graça de Maria Abreu Pereira [1]
Jordana Almeida Brito [2]
Rayenne Augusta Mota Ferreira [3]
Andres Felipe Millan Cardenas [4]
Edilausson Moreno Carvalho [5]
Cyrene Piazera Silva Costa [6]

[1] Doutoranda em Odontologia. Programa de Pós-Graduação em Odontologia - CEUMA. https://orcid.org/0000-0002-0146-6799.
[2] Mestre em Odontologia. Programa de Pós-Graduação em Odontologia - CEUMA.
[3] Mestranda em Odontologia. Programa de Pós-Graduação em Odontologia - CEUMA. https://orcid.org/0000-0002-0760-1517.
[4] Professor Doutor em Dentística Restauradora. Programa de Pós-Graduação em Odontologia - CEUMA. https://orcid.org/0000-0002-7434-3327.
[5] Professor Doutor em Odontologia. Programa de Pós-Graduação em Odontologia - CEUMA. https://orcid.org/0000-0003-3475-3687.
[6] Professora Doutora em Odontologia. Programa de Pós-Graduação em Odontologia - CEUMA. https://orcid.org/0000-0002-9632-8304.

ABSTRACT

The purpose of this systematic review was to examine the possible impact of silver diamine fluoride treatment on the bond strength of composite resin to dentin, with the aim of providing relevant insights for the appropriate use of this product in dental practice. The research was conducted through queries to the electronic databases EBSCOhost and Google Scholar from 2011 to 2021, using the search strategy "silver diamine fluoride" AND "adhesion" AND "dentin". The identified articles were evaluated independently by three blind evaluators, following inclusion criteria that covered in vitro studies that used permanent human teeth and investigated adhesion to dentin after the use of silver diamine fluoride. The methodological quality of the selected articles was assessed using the Modified Jadad Scale, resulting in the inclusion of three articles of good quality and low degree of bias for analysis and final review, among the 776 initially identified. The studies analyzed revealed different results, indicating a possible compatibility of the use of silver diamine fluoride in the adhesion of composite resin to dentin with different adhesive systems. However, it should be noted that it was not possible to reach a definitive conclusion about the impact of DFP on bond strength. Therefore, further studies are needed to fully elucidate the underlying mechanisms and determine the optimal conditions for the use of DFP in dental practice, especially with regard to the longevity of the resulting restorations.

Keywords: Silver Diamino Fluoride. Accession. Dentin.

RESUMO

O propósito desta revisão sistemática foi examinar o possível impacto do tratamento com diamino fluoreto de prata na resistência de união da resina composta à dentina, com o objetivo de fornecer insights

relevantes para a utilização adequada deste produto na prática odontológica. A pesquisa foi conduzida por meio de consultas às bases de dados eletrônicas EBSCOhost e Google Acadêmico no período de 2011 a 2021, utilizando a estratégia de busca "silver diamine fluoride" AND "adhesion" AND "dentin". Os artigos identificados foram avaliados de forma independente por três avaliadores cegos, seguindo critérios de inclusão que abrangiam estudos in vitro que empregaram dentes humanos permanentes e investigaram a adesão à dentina após o uso de diamino fluoreto de prata. A qualidade metodológica dos artigos selecionados foi avaliada por meio da Escala Jadad Modificada, resultando na inclusão de três artigos de boa qualidade e baixo grau de viés para análise e revisão final, dentre os 776 inicialmente identificados. Os estudos analisados revelaram resultados diversos, indicando uma possível compatibilidade do uso do diamino fluoreto de prata na adesão da resina composta à dentina com diferentes sistemas adesivos. Entretanto, ressalta-se que não foi possível chegar a uma conclusão definitiva sobre o impacto do DFP na resistência de união. Portanto, são necessários mais estudos para elucidar completamente os mecanismos subjacentes e determinar as condições ideais para o uso do DFP na prática odontológica, especialmente no que diz respeito à longevidade das restaurações resultantes.

Palavras-chave: Diamino Fluoreto de Prata. Adesão. Dentina.

1 INTRODUÇÃO

A cárie dentária é uma doença, que de acordo com a Organização Mundial da Saúde, é definida como um processo patológico, localizado e pós-eruptivo de origem multifatorial, que causa o amolecimento do tecido dentário duro, progredindo para formação de uma cavidade (PÉREZ-HERNÁNDEZ *et al*., 2018). Embora avanços tecnológicos e novas descobertas em materiais odontológicos sejam realizados todo ano, essa doença persiste como um problema de saúde pública em todo o mundo (ZHAO *et al*., 2019).

A Odontologia conta com alguns métodos para prevenção e controle da cárie dentária que preconiza um tratamento com a menor perda de tecido possível sem causar qualquer destruição aos tecidos dentais saudáveis adjacentes (ERICSON *et al*., 2003; DITTERICH *et al*., 2006). Em 1972, Yamaga conseguiu introduzir um novo agente cariostático, o fluoreto de amônia de prata ou diamino fluoreto de prata (DFP), uma solução cariostática que tem na sua composição hidróxido de amônia, nitrato de prata, hidróxido de cálcio, ácido fluorídrico e solvente (GUEDES-PINTO; ISSÁO, 1999).

Segundo Chibinski *et al*. (2017), o DFP é a única substância que associa a remineralização das estruturas dentais provido pelo fluoreto de sódio com o efeito antibacteriano sobre microorganismos da cárie pela ação do nitrato de prata. Quando o DFP é aplicado ao dente, a superfície reage com a hidroxiapatita produzindo fluoreto

de cálcio, fosfato de prata e prata proteica precipitada (CHU *et al*., 2014). O DFP tem fácil aplicabilidade e baixo custo, sua maior desvantagem é o escurecimento da área tratada, causado pela precipitação de íons de prata sobre a lesão (GUEDES-PINTO; ISSÁO, 1999; PÉREZ-HERNÁNDEZ *et al*., 2018; ZHAO *et al*., 2019).

Nos últimos anos, com o avanço no desenvolvimento de adesivos na Odontologia, houve uma melhora significativa na adesão de materiais restauradores à estrutura dentária (THANATVARAKORN *et al*., 2016). Variáveis como o controle de umidade, aplicação, enxágue e tempo de secagem contribuem para a força de adesão do adesivo tornando o protocolo de aplicação uma parte crucial de uso adequado do material (YAMAGA *et al*., 1993; DEMARCO *et al*., 2012).

Apesar de estudos indicarem a compatibilidade do DFP com restaurações de ionômero de vidro (YAMAGA *et al*., 1993; KNIGHT *et al*., 2006), poucos relatos abordam o seu efeito no que diz respeito à eficácia de ligação entre o DFP e materiais adesivos para os procedimentos de restauração com resina composta. O propósito deste estudo é conduzir uma revisão sistemática abrangente sobre o diamino fluoreto de prata (DFP), com o intuito de investigar de maneira científica se o pré-tratamento da dentina com este composto influencia a resistência de união da resina composta à dentina.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Definição da pergunta

A pergunta definida foi "Há alteração na adesão à dentina após o uso de diamino fluoreto de prata?".

2.2 Busca das evidências

Foram consultadas as bases de dados eletrônicas Academic Search Elite, CAPES FSTA Full Text Colletion, Dentistry & Oral Sciences Sources, Engineerring Source, Food Science Source, FSTA – Food Science and Techonology Abstract e MEDLINE Complete via EBSCOhost e Google Acadêmico no período de 2011 a 2021, usando as seguintes palavras-chave: *silver diamine fluoride*, *adhesion* e *dentin*, conforme a estratégia de busca: "*silver diamine fluoride"* AND "*adhesion"* AND *"dentin*". As evidências duplicadas foram localizadas com ajuda do Mendeley e excluídas. A busca também foi realizada na literatura cinzenta e de forma manual nas referências dos artigos selecionados.

2.3 Revisão, Identificação e Seleção dos estudos

Os artigos identificados pela estratégia inicial, por meio de análise dos títulos e resumos, foram avaliados independentemente na íntegra por dois avaliadores cegos conforme os seguintes critérios de inclusão: 1- População: dentes humanos permanentes, 2- Desfecho: alteração na adesão à dentina e 3- Desenho do Estudo: estudos in vitro. Quaisquer divergências em quaisquer momentos foram resolvidas por um terceiro pesquisador.

2.4 Análise da metodologia dos estudos

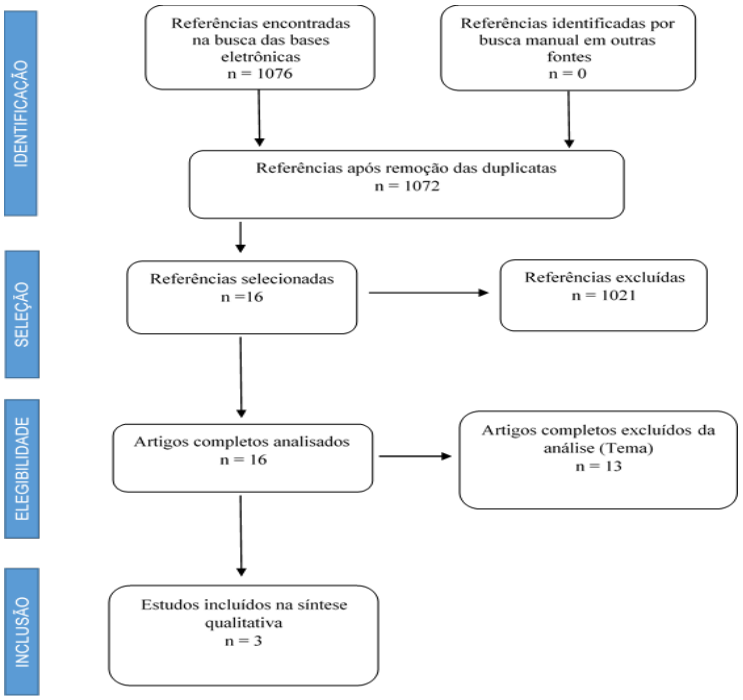
A sumarização dos artigos selecionados segundo título, autor, ano, objetivo, tipo de estudo, tamanho da amostra e principais conclusões foi realizada e após esses estudos foram avaliados quanto a qualidade metodológica conforme a escala Jadad Modificada (JADAD *et al.*, 1996) por dois avaliadores independente com auxílio de um formulário desenvolvido pela equipe da pesquisa e quaisquer divergências foi resolvida por um terceiro pesquisador.

3 RESULTADOS

A Figura 1 mostra que 1076 artigos foram identificados após a busca de bases eletrônicas e nenhum artigo na busca manual em outras fontes. Após remoção de 4 artigos duplicados, 1072 estudos foram avaliados e 16 artigos analisados. Após leitura completa dos artigos, 13 artigos foram excluídos devido ao tema e apenas 3 artigos foram considerados sumarização e análise de qualidade da metodologia.

A sumarização dos estudos segundo título, autor, ano, objetivo, tipo de estudo, tamanho da amostra e principais conclusões encontra-se no Quadro 1. E a Tabela 1 demonstra que os três estudos são de boa qualidade, ou seja, com um baixo grau de viés.

Figura 1 – Fluxograma de busca e seleção dos estudos



Fonte: Autoria própria.

Quadro 1 – Sumarização dos artigos selecionados segundo título, autor, ano, objetivo, tipo de estudo, tamanho da amostra e principais, conclusões

AUTORES/DATA	OBJETIVOS	INTERVENÇÕES	TAMANHO DA AMOSTRA	RANDOMIZAÇÃO	MASCARAMENTO	MÉTODOS ESTATÍSTICOS	PRINCIPAIS RESULTADOS
Ilhan; Ulukent; Cogulu, 2013	Investigar o efeito do DFP na microinfiltração da resina fotopolimerizável.	Grupo Controle- resina fotopolimerizável; Grupo Experimental- solução de DFP a 38% (Saforide)	40 dentes; 20 dentes/grupo; Não relata cálculo amostral.	Não relatado.	Avaliador.	Teste de Wilcoxon e Teste do qui-quadrado (α=0,05).	Não houve diferença significativa nos escores de microinfiltração entre os grupos controle e experimental.
Lutgen; Chan; Sadr, 2018	Determinar o efeito do DFP na resistência à microtração da resina fotopolimerizável à dentina.	Grupos: 1- Clearfil SE Bond 2 2- Scotchbond Universal 3- Condicionamento Ácido + Scotchbond Universal Controle: água destilada. Protocolos Pré-tratamento com solução a DFP 38%	30 espécimes; 10 espécimes/grupo; (Protocolo 1 e 3 usaram o mesmos espécimes). Não relata cálculo amostral.	Sorteio.	Não relatado.	Análise de Kolmogorov-Smirnoff, Análise de variância + Teste post hoc e Análise de Bonferroni (α = 0,05).	O enxágue do DFP e o ataque ácido melhorou a força de união da resina fotopolimerizável à dentina.

AUTORES/DATA	OBJETIVOS	INTERVENÇÕES	TAMANHO DA AMOSTRA	RANDOMIZAÇÃO	MASCARAMENTO	MÉTODOS ESTATÍSTICOS	PRINCIPAIS RESULTADOS
		1- Sem enxágue da solução a DFP 38% 2- Enxaguado após 1 min da aplicação da solução a DFP 38% 3- 24 horas armazenada em água destilada a 37°C após aplicação da solução a DFP 38%.					
Quock *et al*., 2012	Investigar o efeito do DFP na resistência à microtração da resina fotopolimerizável à dentina.	Grupo 1- (controle grupo 2 e 3)- adesivo autocondicionante (Peak SE) Grupo 2- solução DFP a 12% (Ancarie 12%) + adesivo autocondicionante (Peak SE) Grupo 3- solução de DFP a 38% (Saforide) + adesivo autocondicionante (Peak SE) Grupo 4- (controle grupo 5 e 6)- adesivo convencional (Peak LC) Grupo 5- solução de DFP a 12% (Ancarie 12%) + adesivo convencional (Peak LC) Grupo 6- solução de DFP a 38% (Saforide) + adesivo convencional (Peak LC)	42 dentes; 7 dentes/grupo; Não relata cálculo amostral.	Relata, mas não descreve a randomização.	Não relatado.	Análise de variância + Teste de Tukey (α = 0,05)	Não houve influência na força de união dos grupos experimentais de diferentes concentrações de DFP em relação ao grupo controle e nem entre os grupos de adesivos autocondicionantes e adesivos convencionais.

Fonte: Autoria própria.

Tabela 1 – Avaliação da qualidade metodológica por meio da Escala de Jadad modificada.

Perguntas	Pontuação		
	Quock et al., 2012	Ilhan; Ulukent; Cogulu, 2013	Lutgen; Chan; Sadr, 2018
O estudo foi descrito como randomizado?	1	1	-
A randomização descrita é adequada?	-	-	-
Houve comparações e resultados?	1	1	1
As comparações e resultados foram descritos e são adequados?	1	1	1
Foram descritas as perdas e exclusões?	-	-	1
Total	3	3	3

Fonte: Autoria própria.

4 DISCUSSÃO

Embora seu mecanismo de ação não seja bem compreendido, tem sido relatado que os componentes químicos do DFP atuam contribuindo com os seguintes benefícios: os sais de prata estimulam esclerose/calcificação da dentina, reduzindo a perda de íons de cálcio e fosfato, o nitrato de prata atua como agente bactericida, impedindo a formação de biofilme (CHIBINSKI *et al*., 2017), e o flúor auxilia na remineralização dentinária (CHU *et al.*, 2014) e prevenção da cárie (YU *et al.*, 2001; LOVE; JENKINSON, 2002; CHU; LO, 2008; ROSENBLATT; STAMFORD; NIEDERMAN, 2009; CHU *et al*., 2012).

Apesar de seus benefícios serem conhecidos na literatura, pouco se sabe sobre a compatibilidade da restauração de resina composta à dentina tratada com DFP quanto à resistência de união. Este estudo procurou buscar na literatura artigos que avaliaram se o pré-tratamento da dentina com DFP afeta a resistência de união da resina composta à dentina.

Quock *et al*. (2012) e Lutgen *et al*. (2018) em suas pesquisas sobre o efeito da adesão da resina composta à dentina sadia tratada com DFP, sob teste de microtração, verificaram que não houve diferença estatisticamente significante na força de união entre grupos tratados com diferentes sistemas adesivos e concentrações de DFP, comparado aos grupos controles.

Quock *et al*. (2012) avaliou os seguintes grupos: Grupo 1 (controle)- adesivo autocondicionante (Peak SE); grupo 2- solução DFP a 12% (Ancarie 12%) + Peak SE; grupo 3 - solução de DFP a 38% (Saforide) + Peak SE; grupo 4 (controle) - adesivo

convencional (Peak LC); grupo 5 - solução de DFP a 12% + Peak LC; grupo 6 - solução de DFP a 38% + Peak LC, não houve diferença significante na força de adesão entre os grupos de adesivos autocondicionantes e os grupos de adesivos convencionais. Ditterich *et al*. (2006) sugere que, embora tenha havido uma diferença estatisticamente significativa na força de adesão entre os adesivos autocondicionantes e os adesivos convencionais quando o dentina foi pré-tratada com 12% de solução de SDF, essa diferença não foi observada quando a pré-tratamento foi feito com 38% de SDF. Isso pode ser devido a fatores como a composição dos adesivos, a interação com o SDF e possíveis efeitos do ácido fluorídrico presente na solução de SDF em diferentes concentrações.

Lutgen *et al*. (2018) avaliaram três sistemas adesivos: Clearfil SE bond 2 (CSE) e Scotchbond Universal nos modos autocondicionante (SBU) e o condicionamento com ácido fosfórico (SBT), seguindo quatro diferentes protocolos usando a aplicação do DFP 38%: Grupo controle - água destilada; grupo 1 - DFP aplicado por 10 s, sem enxágue; grupo 2 - DFP aplicado por 10 s, lavado após 1 minuto; grupo 3 - dentina superficial tratada com grupo 1 e polida após 24 horas. O DFP afetou significativamente a resistência de união por microcisalhamento à dentina, dependendo do protocolo e do sistema adesivo utilizado, devido às interações complexas entre o DFP e os adesivos dentinários.

Apenas um artigo avaliou imagens através da microscopia eletrônica de varredura, Lutgen *et al*. (2018) mostraram através das imagens a presença de uma quantidade relativamente alta de partículas de DFP nos túbulos dentinários (grupo 1) quando comparados ao grupo controle (sem DFP), e menor quantidade na superfície enxaguada com água destilada (grupo 2). De acordo com a hipótese de Koizumi *et al.* (2016), o condicionamento ácido com ácido fosfórico a 37% é responsável por remover parte do precipitado, recuperando assim a força de união. Segundo Lutgen *et al*. (2018), o adesivo não forma uma união estável com a dentina, e isso advém da quantidade excessiva de precipitação das partículas de prata nos túbulos dentinários.

A etapa de enxágue, recomendada pelo fabricante, para remoção do excesso de DFP parece ser crucial para a obtenção da longevidade das restaurações de resina composta, e o condicionamento ácido pode interferir na eficácia de união dos agentes adesivos à dentina como foi demonstrado por Quock *et al*. (2012) em que grupos tratados com DFP 12 e 38% e sistema adesivo convencional de dois passos (ácido + adesivo) tiveram maior resistência de união. Lutgen *et a*l. (2018) também relatam que

o sistema adesivo universal no modo autocondicionante teve os piores resultados quanto a resistência de união nos diferentes grupos tratados com DFP e que o enxágue do DFP e o ataque ácido melhorou a força de união da resina à dentina.

Sabe-se que a microinfiltração na interface dente-restauração é considerada um aspecto importante que pode alterar a longevidade das restaurações dentárias, sendo assim, o estudo de Ilhan *et al*. (2013), único que realizou o teste de microinfiltração, demonstraram que a aplicação de DFP sob as restaurações de resinas fotopolimerizáveis não afetou a infiltração das restaurações. Não diferindo na infiltração de bactérias, seus produtos, íons e fluidos bucais, na interface de união. O teste de microinfiltração não é um parâmetro exclusivo para determinar a longevidade da restauração, vale ressaltar, que nenhum estudo avaliou a longevidade nos aspectos adaptação marginal, descoloração marginal, coloração da restauração, cáries secundárias, retenção e textura da superfície.

Em alguns dos estudos incluídos nesta revisão, detalhes sobre a metodologia, como mascaramento e randomização não foram relatados. Dentre eles, apenas Quock *et al*. (2012) relata a randomização, ainda que sem descrição adequada, e Ilhan *et al*. (2013) relatam o mascaramento do avaliador. O mascaramento ocorre conjuntamente com a randomização e representa o desconhecimento dos envolvidos na pesquisa em relação à alocação das amostras a um grupo ou a outro. Dessa forma, o estudo não será influenciado por alterações de conduta por parte do pesquisador (efeito Hawthorne) (SCHULZ, 2007; DAY, 2000). O mascaramento previne a ocorrência de vieses e é a maneira mais adequada para evitar riscos à validade e à realização de estudos (JADAD *et al*., 1996; SCHULZ *et al*., 2002).

Todos os três estudos incluídos atingiram a pontuação 3 da escala de Jadad Modificada para avaliação de ensaios clínicos, sendo considerados de boa qualidade e, assim, com um baixo grau de viés. A qualidade de um ensaio clínico é definida como a probabilidade de um estudo obter resultados sem tendências e que se aproximem da realidade terapêutica (JADAD *et al*., 1996). O constante aperfeiçoamento nos cuidados da saúde depende dos resultados dos trabalhos realizados em que não haja vieses (SCHULZ, 1995).

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados dos artigos analisados, não há uma conclusão definitiva sobre o impacto do diamino fluoreto de prata (DFP) na resistência de união

da resina composta à dentina. Enquanto um dos artigos sugere que o enxágue do DFP e o ataque ácido podem melhorar a força de união da resina composta à dentina, outro artigo não encontrou diferença significativa na força de união entre os grupos experimentais com diferentes concentrações de DFP em comparação com o grupo controle.

Essa discrepância nos resultados indica que o efeito do DFP na resistência de união pode depender de diversos fatores, como a preparação da superfície dentária e a formulação do adesivo utilizado. Desse modo, é necessário realizar mais pesquisas para entender completamente os mecanismos subjacentes e determinar as condições ideais para o uso do DFP na prática odontológica.

REFERÊNCIAS

CHIBINSKI, Ana Claudia et al. Silver diamine fluoride has efficacy in controlling caries progression in primary teeth: a systematic review and meta-analysis. **Caries Research**, v. 51, n. 5, p. 527-541, 2017.

CHU, C. H.; LO, Edward CM. Microhardness of dentine in primary teeth after topical fluoride applications. **Journal of Dentistry**, v. 36, n. 6, p. 387-391, 2008.

CHU, Chun Hung et al. Effects of silver diamine fluoride on dentine carious lesions induced by Streptococcus mutans and Actinomyces naeslundii biofilms. **International Journal of Paediatric Dentistry**, v. 22, n. 1, p. 2-10, 2012.

CHU, Chun-Hung et al. Arresting rampant dental caries with silver diamine fluoride in a young teenager suffering from chronic oral graft versus host disease post-bone marrow transplantation: a case report. **BMC Research Notes**, v. 7, p. 1-14, 2014.

DAY, Simon J.; ALTMAN, Douglas G. Blinding in clinical trials and other studies. **BMJ**, v. 321, n. 7259, p. 504, 2000.

DEMARCO, Flávio F. et al. Longevity of posterior composite restorations: not only a matter of materials. **Dental Materials**, v. 28, n. 1, p. 87-101, 2012.

DITTERICH, Rafael Gomes et al. Diamino Fluoreto de Prata: uma revisão de literatura. **Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 12, n. 2, 2006.

ERICSON, Dan et al. Minimally invasive dentistry—concepts and techniques in cariology. **Oral Health Prev Dent**, v. 1, n. 1, p. 59-72, 2003.

GUEDES-PINTO, A.C.; ISSÁO, M. **Manual de Odontopediatria**. São Paulo: Pancast. p.184-185, 1999.

İLHAN, U. Z. E. L.; ULUKENT, Ozlem; COGULU, Dilsah. The Effect of Silver Diamıne Fluoride on Microleakage of Resin Composite. **Journal of International Dental and Medical Research**, v. 6, n. 3, p. 105-108, 2013.

JADAD, Alejandro R. et al. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary?. **Controlled Clinical Trials**, v. 17, n. 1, p. 1-12, 1996.

KNIGHT, Geoffrey M.; MCINTYRE, John Malcolm; MULYANI. The effect of silver fluoride and potassium iodide on the bond strength of auto cure glass ionomer cement to dentine. **Australian Dental Journal**, v. 51, n. 1, p. 42-45, 2006.

KOIZUMI, Hiroyasu; HAMAMA, Hamdi H.; BURROW, Michael F. Effect of a silver diamine fluoride and potassium iodide-based desensitizing and cavity cleaning agent on bond strength to dentine. **International Journal of Adhesion and Adhesives**, v. 68, p. 54-61, 2016.

LOVE, R. M.; JENKINSON, H. F. Invasion of dentinal tubules by oral bacteria. **Critical reviews in oral biology & medicine**, v. 13, n. 2, p. 171-183, 2002.

LUTGEN, Paul; CHAN, Daniel; SADR, Alireza. Effects of silver diammine fluoride on bond strength of adhesives to sound dentin. **Dental Materials Journal**, v. 37, n. 6, p. 1003-1009, 2018.

PÉREZ-HERNÁNDEZ, J. et al. Effect of silver diamine fluoride on adhesion and microleakage of a pit and fissure sealant to tooth enamel: in vitro trial. **European Archives of Paediatric Dentistry**, v. 19, p. 411-416, 2018.

QUOCK, R. L. et al. Effect of silver diamine fluoride on microtensile bond strength to dentin. **Operative Dentistry**, v. 37, n. 6, p. 610-616, 2012.

ROSENBLATT, A.; STAMFORD, T. C. M.; NIEDERMAN, Richard. Silver diamine fluoride: a caries “silver-fluoride bullet”. **Journal of Dental Research**, v. 88, n. 2, p. 116-125, 2009.

SCHULZ, Kenneth F. Unbiased research and the human spirit: the challenges of randomized controlled trials. **CMAJ: Canadian Medical Association Journal**, v. 153, n. 6, p. 783, 1995.

SCHULZ, Kenneth F.; CHALMERS, Iain; ALTMAN, Douglas G. The landscape and lexicon of blinding in randomized trials. 2002.

SCHULZ, Kenneth F.; GRIMES, David A. Epidemiological methods 8: blinded randomized trial: what one covers up is what one obtains. **Zeitschrift fur Arztliche Fortbildung und Qualitatssicherung**, v. 101, n. 9, p. 630-637, 2007.

THANATVARAKORN, Ornnicha et al. Effects of zinc fluoride on inhibiting dentin demineralization and collagen degradation in vitro: A comparison of various topical fluoride agents. **Dental Materials Journal**, v. 35, n. 5, p. 769-775, 2016.

YAMAGA, Reiichi. Diamine silver fluoride and its clinical application. **J Osaka Univ Dent Sch**, v. 12, p. 1-20, 1972.

YAMAGA, Mariko; KOIDE, Takeshi; HIEDA, Toyoji. Adhesiveness of Glass Ionomer Cement Containing Tannin-Fluoride Preparation (HY agent) to Dentin An Evaluation of Adding Various Ratios of HY agent and Combination with Application Diammine Silver Fluoride. **Dental Materials Journal**, v. 12, n. 1, p. 36-44, 90, 1993.

YU, D.G. et al. Study on acid resistanc of human dental enamel and dentin irradiated by semiconductor laser with Ag(NH)F solution. **J Clin Laser Med Surg**, v. 19, p. 141-6, 1972.

ZHAO, Irene Shuping et al. Effect of silver diamine fluoride and potassium iodide on shear bond strength of glass ionomer cements to caries-affected dentine. **International Dental Journal**, v. 69, n. 5, p. 341-347, 2019.

CHAPTER XI

THE REPRESENTATION OF PATRIARCHY IN THE SMALLEST WOMAN IN THE WORLD, BY CLARICE LISPECTOR

A REPRESENTATIVIDADE DO PATRIARCADO EM A MENOR MULHER DO MUNDO, DE CLARICE LISPECTOR

DOI: 10.51859/amplla.sset.2124-11

Daniela Katêrine de Oliveira [1]
Sebastião Marques Cardoso [2]

[1] Aluna regular do programa de Mestrado em Ciências da Linguagem – PPCL, da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN, Mossoró, Brasil.
[2] Professor orientador do Programa de Mestrado em Ciências da Linguagem – PPCL, da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, Mossoró, Brasil.

ABSTRACT

The objective of this article is to analyze, through a qualitative approach, the representation of black women in society and the unequal gender relations in the short story The Smallest Woman in the World, by Clarice Lispector, which is part of the book Family Ties: Short Stories (LISPECTOR, 2009). To this end, in our bibliographic research, we resorted to the studies of Bonicci (2005), Spivak (2010), Lugones (2014), mainly. Clarice focuses on the result of domination in gender relations, as well as the feeling of possession in relation to the other. In addition, it highlights the encounter of the center with the periphery, represented by the characters Marcel Petre and Little Flower, from a critical view of the colonial ideology and patriarchy that materialize in various ways in Western society, causing a certain strangeness in relation to a pattern that is not normal. In this way, in the short story in question, Clarice raises reflections on the outdated values linked to the role of the female figure, preventing her from realizing herself as a subject, which can be seen in the subordination of the character Little Flower.

Keywords: Black woman. Postcolonialism. Patriarchy. Colonial ideology. Clarice Lispector.

RESUMO

O objetivo deste artigo é analisar, por meio de uma abordagem qualitativa, a representação da mulher negra na sociedade e as relações desiguais de gênero no conto A menor mulher do mundo, de Clarice Lispector, que integra o livro Laços de Família: Contos (LISPECTOR, 2009). Para tal, em nossa pesquisa bibliográfica, recorremos aos estudos de Bonicci (2005), Spivak (2010), Lugones (2014), principalmente. Clarice enfoca o resultado da dominação nas relações de gênero, bem como o sentimento de posse em relação ao outro. Além disso, evidencia o encontro do centro com a periferia, representados pelos personagens Marcel Petre e Pequena Flor, a partir de uma visão crítica sobre a ideologia colonial e o patriarcalismo que se materializam de diversas formas na sociedade ocidental, ocasionando uma certa estranheza em relação a um padrão nada normal. Desta forma, no conto em questão, Clarice suscita reflexões acerca dos valores ultrapassados atrelados ao papel da figura feminina, impedindo-a de se realizar como sujeito, o que pode ser constatado na subalternização da personagem Pequena Flor.

Palavras-chave: Mulher negra. Pós-colonialismo. Patriarcalismo. Ideologia colonial. Clarice Lispecto.

1 INTRODUÇÃO

Nossa pretenção para com este artigo é analisar o conto *A menor mulher do mundo,* de Clarice Lispector, sob uma perspectiva crítica da representação da mulher negra na sociedade da época.

Nesse sentido, percebe-se que o conto retrata uma realidade histórico-cultural da época mostrando a figura feminina negra como sujeito subalterno; submisso; secundário, como nos sugere a colocação e aparição da personagem na obra e, a figura masculina como sujeito dominador. O desenvolvimento da personagem ao longo da narrativa sugere um contexto de uma sociedade patriarcalista, machista e opressora, em que o papel da mulher é questionado.

A personagem Pequena Flor é um exemplo de tentativa da figura feminina negra em ter o seu espaço em uma sociedade culturalmente opressora e machista da época, que ainda perduram na nossa atualidade. Nesse contexto, compreender a sociedade colonizada da época, assim como os aspectos advindos dessa relação de dominação, onde de um lado temos a figura masculina, e do outro, a figura feminina e sem voz, deve ser algo buscado. Os preconceitos que se geram ao redor da mulher, objetificando-a, diminuindo-a, deixando-a silenciada, engendram não somente as questões de gênero, mas perpassam as relações políticas, sociais e culturais.

Desse modo dividimos o artigo em dois tópicos, os quais irão abordar, o silencio como uma forma de expressividade, as diferenças de gênero masculino e feminino, bem como as relações de poder e a representatividade da figura feminina negra na sociedade a partir da análise do conto *A menor mulher do mundo*, de Clarice Lispector. Será uma análise de caráter reflexivo sobre a figura da mulher subalterna representada pela personagem Pequena Flor, construída por Clarice Lispector.

. Essa literatura atém-se para a figura da mulher negra, afetada por uma sociedade opressora, dominadora e patriarcalista, mostrando assim, a mulher como sujeito submisso e secundário, desenhando uma realidade histórica e social do encontro do centro com a periferia.

2 O SILÊNCIO COMO LINGUAGEM NOS TEXTOS CLARICEANOS

Clarice Lispector, mulher judia, imigrante soviética adotou Recife como sua terra natal, pois como sabemos, os judeus eram alvo de perseguições e não podiam revelar sua nacionalidade e religiosidade. Hoje, sabemos que quem mais sofre

preconceito são pessoas negras, pobres, judias, nordestinas, imigrantes entre outros. E, como ela foi alvo dessa discriminação, não podia elencar muito sobre sua nacionalidade nos seus textos, ou seja, era também silenciada, vai construindo-a em poucos traços. Nesse caso, assim como ela, a personagem pigméia Pequena Flor sofre preconceito quando esta é apresentada à civilização.

Clarice Lispector é uma autora que escreve e insere-se na sua própria escrita, fazendo com que o leitor, através de sua linguagem, entre em profunda reflexão sobre o ser e a palavra e ultrapasse o superficial da língua. Sua escrita e linguagem está sempre sendo confrontada com o ser, ou seja, seus personagens sempre trazem reflexões acerca de si mesmo e o mundo em que está inserido, mostrando inquietações individuais.

A escrita clariceana é inigualável e única, pois ela detém o domínio da palavra sobre o mundo. Sua escrita é dotada de uma força significativa que resgata o próprio ser personificado e o silêncio traz uma inquietação ao ser revelando o que há de mais humano como conflitos internos, desejos, sofrimentos, alegrias. Ou seja, em suas obras está sempre marcado um conflito entre o ser, sua comunicação com o mundo e com si próprio. “Assim, a linguagem tematizada na obra de Clarice Lispector, envolve o próprio objeto da narrativa, abrangendo o problema da existência, como o problema da expressão e da comunicação”. (NUNES, 1969, p.130)

As personagens clariceanas surgem através de um cotidiano clichê e passam a se tornar únicos, diferenciados pelas suas próprias inquietações na busca do encontro com o seu eu interior, de se encontrar como sujeitos e entender o seu lugar no mundo. A partir disso, o silêncio passa a se tornar uma forma de linguagem nos textos clariceanos, já que os personagens enfrentam inquietações individuais as quais não conseguem expressar ao mundo. Dessa forma, o silêncio passa a ser elemento chave dos textos de Clarice Lispector

> Viver não é relatável: o momento da vivência, instantâneo, escapa à palavra que expressa. Viver não é visível: a narrativa, enlace discursivo de significações, recria aquilo que se quis reproduzir. E como reproduzir o instante de êxtase, mudo, sem palavras, que remonta a um mundo não verbalizado? (NUNES, 1988, p. XXVII)

É o que acontece no momento em que os dois personagens se confrontam mostrando, apesar de estarem frente a frente, a distância entre os dois mundos ali representados. O francês representando a elite dominante e Pequena Flor representando uma tribo em extinção. O silêncio impera no local, pois o francês de

Marcel Petre de nada lhe serve ali naquele momento já que Pequena Flor de nada entende. E ele, compreende pouco de sua linguagem mínima, assim como o seu povo. Para se comunicar-se com ela, Marcel “Aprendera a entender algumas das poucas palavras articuladas da tribo, e a interpretar os sinais. Já conseguia fazer perguntas” (LISPECTOR, 2009, p. 39). A fala bem elaborada do cientista nos mostra uma divergência com o quase silêncio de Pequena Flor, porém, é graças a esse quase silêncio que o explorador não consegue se apropriar internamente dela, ele só consegue apreender e descrever o seu exterior, da sua essência e valores, não consegue se apoderar.

No conto, uma das decrições feitas à Pequena Flor é de ser “calada”, o que não é de se admirar, pois nesses contextos sociais, mulheres não tinham direito à fala e, principalmente, uma mulher negra. Spivak nesse caso, “duvida da possibilidade de fala na *mulher subalterna* (duplamente submissa) e, extensivamente, em todo e qualquer nativo colonizado” (BONNICI, 2005, p. 54).

Desse modo, podemos dizer que o silêncio estabelecido entre eles é o mesmo que ocorreu durante séculos nas relações de colonizador *versus* colonizado. Os colonizadores exploráveis e o colonizado silenciado mostra a dominação de poder dentre as relações coloniais.

2.1 A subalternalização da mulher negra

A figura da mulher na sociedade vem desde muito tempo atrás sendo vista como um objeto de exibição e de desejo perante os olhos da sociedade. No período colonial, por exemplo, as mulheres negras serviam de escravas e “executavam as mesmas tarefas dos homens” e “era usada como instrumento de prazer sexual do seu senhor, podendo até ser alugada a outros senhores” (TELES, 1999, p. 21). Era realmente tida como um objeto sem valor que com o corpo tudo pode, e, sem posicionamento crítico na sociedade. Era um sujeito subalterno. De acordo com Almeida (2010, p.13), “o termo pode ser resgatado, retomando o significado que Gramsci lhe atribui ao se referir ao “proletariado”, ou seja, aquele cuja voz não pode ser ouvida.” Um ser que não tinha vez e nem voz.

Sobre a perspectiva de Spivak, a mulher subalterna encontra-se em uma profunda obscuridade e a perda de voz é uma consequência e a sua dupla exclusão faz com que seja tida como objeto de interferência. (SPIVAK, 2010, p.70-101).

Constata-se nesse caso de Pequena Flor, em *A menor mulher do mundo*, que, ela foi amplamente excluída e simplificada a um objeto a ser explorado.

> [...] - como uma caixa dentro de uma caixa, dentro de uma caixa – entre os menores pigmeus do mundo estava o menor dos menores pigmeus do mundo [...] uma mulher de quarenta e cinco centímetros madura, negra, calada. “Escura como um macaco”, informaria ele à imprensa, e que vivia no topo de uma árvore com seu pequeno concubino. (LISPECTOR, 2009, p. 36)

Constatamos aqui que a personagem por ser uma mulher negra e selvagem é uma figura subalterna e exótica para o explorador: homem branco, civilizado e dominador. Os dois são figuras totalmente contrárias, ele refletindo a civilização e ela, a selva, a periferia. Com isso, surge no pesquisador um forte desejo de dominação, pois à sua frente encontra-se uma figura diferente dele e de seu povo, “A racinha de gente, sempre a recuar e a recuar, terminou aquarteirando-se no coração da África, onde o explorador afortunado a descobriria.” (LISPECTOR, 2009, p. 36). Ele a tratou como sendo um objeto a ser explorado, como fala o texto, por isso fica extasiado com tamanha “descoberta”. Ele a observa e a explora, publicando uma foto sua em tamanho natural no jornal de domingo e nomeando-a, já tomando posse. Marcel Petre a exibe não só por se tratar de uma superioridade de cor, mas também por uma inferioridade de gênero na qual a figura feminina se torna inferior à masculina.

Enaltecemos aqui a forma como o sujeito civilizado vê a mulher negra: como um sujeito subalterno, sem vez e sem voz como SPIVAK, (2010) afirma em seus estudos. Um sujeito totalmente passível de apoderamento, pois como não faz parte de seu povo, não está comparado à eles em questão de cor, raça e cultura, acaba se tornando uma figura díspar, pertencente a camada mais baixa da sociedade civilizada, a periferia. Dessa forma, podemos então refletir sobre a visão das pessoas brancas em relação às pessoas de cor negra, especialmente as mulheres, que são vistas como objetos e como figura passível de dominação por ser inferior a figura masculina. Spivak, afirma ainda que,

> [...] apesar de ambos serem objetos da historiografia colonialista e sujeitos da insurgência, a construção ideológica de gênero mantém a dominação masculina. Se [...] o sujeito subalterno não tem história e não pode falar, o sujeito subalterno feminino está ainda mais profundamente na obscuridade”. (SPIVAK, 2010, p.85)

Nesse ponto podemos observar o contexto social em que a figura da mulher negra encontra-se diante de uma sociedade. A personagem Pequena Flor é um exemplo de como a figura feminina negra é vista em uma sociedade culturalmente

opressora, racista, dominadora e machista da época, mostrando como se dava as relações de poder dos colonizadores, motivados pelo desejo de possuir tudo ao redor e que esses traços ainda perduram na nossa atualidade, deixando a figura feminina silenciada, inferiorizada, submissa. Apesar de tantos direitos já garantidos.

2.2 Diferenças de gênero: figura do homem como ser dominador

A representatividade da figura feminina como gênero inferior ao masculino é um fato que ainda hoje perdura claramente em nossa sociedade, desde questões salariais quanto a casos mais graves e absurdos como à violência à mulher e os feminicídios que crescem em números alarmantes na nossa sociedade. Esse fenômeno ocorre principalmente à mulheres negras em que a taxa de homicídios se apresenta em maior número e em alto índice de crescimento.

Diante disso, não é tão difícil encontrar na literatura histórias representando abusos, dominações e violência sexual contra mulheres e, principalmente, com mulheres advindas de classe social baixa e negras. É possível perceber, de forma clara, o tamanho da desigualdade de gênero em relação a figura masculina sob a figura feminina, exercendo uma relação de poder construída historicamente por motivos de características de submissão por uma sociedade patriarcal, opressora, machista e racista na qual a metrópole explora a colônia.

> Spivak desvela o lugar incômodo e a cumplicidade do intelectual que julga poder falar pelo outro e, por meio dele, construir um discurso de resistência. Agir dessa forma, Spivak argumenta, é reproduzir as estruturas de poder e opressão, mantendo o subalterno silenciado, sem lhe oferecer uma posição, um espaço de onde possa falar e, principalmente, no qual possa ser ouvido. (ALMEIDA, 2010, p. 14)

A inferioridade da figura feminina na sociedade é observada ao longo da história, a qual foi ganhando seus direitos pouco a pouco através de muitas lutas. E, por ser um processo construído historicamente e discurssivamente está profundamente enraizado no pensamento das pessoas, nas relações sociais e em seus modos de vida. Por isso, a desigualdade, a violência e relações de posse costumam ser temas recorrentes na literatura, pois como diz Antonio Cândido (2000) a literatura é o espelho da sociedade, reflete o que se passa no real.

O conto nos traz uma história narrada em terceira pessoa, em ordem cronológica. Na narrativa, Marcel Petre segue em exploração nas profundezas da África e encontra os menores pigmeus do mundo bem no interior do Congo Central.

É nesse momento que ele se depara com uma mulher negra muito pequena com 45 cm de altura, grávida, que morava com seu cuncubino em uma árvore. Ele execpcionalmente encantado, a chama de Pequena Flor e divulga uma foto sua em uma matéria de jornal “Enrolada num pano, com a barriga em estado adiantado. O nariz chato, a cara preta, os olhos fundos, os pés espalmados. Parecia um cachorro.” (LISPECTOR, 2009, p. 37). Longe das profundezas da floresta, a imagem de Pequena Flor choca várias pessoas do ocidente ao vê-la em tamanho natural.

> No coração de cada membro da família nasceu, nostálgico, o desejo de ter para si aquela coisa miúda e indomável, aquela coisa salva de ser comida, aquela fonte permanente de caridade. [...] E, mesmo, quem já não desejou possuir um ser humano só para si? [...]. (LISPECTOR, 2009, p. 38)

O sentimento de posse se manifesta de várias formas a partir das perspectivas de cada ser que lê a matéria, manifestado pela estranheza de um padrão nada normal àquela civilização.

A teoria pós-colonial mostra estudos sobre influências sofridas por um povo colonizado desde o início até os nossos dias atuais. Desse modo, a crítica colonial envolve a literatura que também foi alvo da dominação européia. No conto *A menor mulher do mundo*, Clarice enfoca resultados de dominação presentes nas relações de gênero, bem como o sentimento de posse em relação ao outro. Ela mostra o encontro do centro com a periferia, representado pelos personagens Marcel Petre e Pequena Flor.

Marcel Petre é um personagem cuja nacionalidade francesa traz a ideia de um povo dominador e, sua profissão (explorador), confere ao texto um duplo sentido. Ele excepcionalmente encantado e “Sentindo necessidade imediata de ordem, e de dar nome ao que existe, apelidou-a de Pequena Flor” (LISPECTOR, 2009, p.36. O nome dado a ela nos remete ao pensamento de características como ser frágil, indefeso, delicado, que necessita dos cuidados de outro. Ou seja, na tentativa de colonizá-la, o explorador já estava moldando-a como um ser inferior, buscando estabelecer uma relação de poder e de patriarcado. Isto é, estava colocando cada ser em seu lugar, como numa hierarquização, ele por ser francês estava acima dela, que era uma mulher negra, considerada um ser primitivo.

Toda essa construção de pensamento e sociedade racista, opressora em que a figura feminina é inferior veio do período da colonização que teve um efeito nefasto para a nossa sociedade e que perspassa até hoje pelo fato de ter atingido o seu maior

objetivo: de que os seres colonizados necessitavam ser dominados. Como diz Lugones: [...] o processo de colonização inventou os/as colonizados/as e investiu em sua plena redução a seres primitivos, menos que humanos, possuídos satanicamente, infantis, agressivamente sexuais, e que precisavam ser transformados. (LUGONES, 2014, p. 941).

A própria semelhança entre Pequena Flor, Marcel Petre e as pessoas que visualizaram sua foto no jornal do domingo, mostra também as diferenças entre os dois mundos, civilizado e selvagem, que fazem aflorar todos os tipos de sentimentos mais obscuros que uma pessoa pode ter na presença de outro. Como é o caso de uma família que a deseja como objeto

> - Mamãe, e se eu botasse essa mulherzinha africana na cama de Paulinho enquanto ele está dormindo? Quando ele acordasse, que susto hein! Que berro, vendo ela sentada na cama! E a gente então brincava tanto com ela! A gente fazia ela o brinquedo da gente hein! (LISPECTOR, 2009, p.37).

Pequena Flor é sempre vista, por cada ser que observa a sua foto, como um brinquedo, um bicho ou objeto, mas jamais como um ser de total iguaria.

A partir daí, Clarice começa a mostrar uma ideologia colonial e patriarcal com relações de poder entre as relações sociais e de gênero. O pesquisador no momento em que vê a pigméia, tenta tomar posse através da nomeação, quando passa a chamá-la de *Pequena Flor* numa tentativa de colonizá-la. Ou seja, ele mostra um sentimento de posse, uma certa dominação baseada em pressupostos advindos de tradições de uma cultura ocidental onde o discurso é elaborado com o intuito de favorecer as elites dominantes e, os estereótipos, principalmente o de raça, foram criados para assegurar o poder de dominação.

As pessoas de raça negra foram estereotipadas pelos europeus como primitivas, este é o caso de Pequena Flor, percebemos isto quando o narrador diz “Foi, pois, assim que o explorador descobriu, toda em pé e a seus pés, a coisa humana menor que existe. Seu coração bateu porque esmeralda nenhuma é tão rara.” (LISPECTOR, 2009, p. 36). Marcel Petre diz “descobrir” a menor mulher do mundo, como se ela não tivesse vida própria antes dele chegar, como se só existisse em função dele (o ser colonizador). E, para se tornar realidade tinha que ser classificada por ele a partir de suas realidades engedradas em padrões e culturas ocidentais, européias. Como o narrador mesmo cita “E, para conseguir classificá-la entre as

realidades reconhecíveis, logo passou a colher dados a seu respeito.” (LISPECTOR, 2009, p. 36).

Dessa forma, percebemos então que o Ocidente mantém um desejo de posse e um certo estranhamento ao tratar de realidades diferentes às suas e de querer o outro como sujeito subalterno por não pertencer à sua realidade, às suas características, sociedade, costumes e cultura. Por isso, ela, a sociedade Ocidental, organizou o mundo se construindo em contraste com o outro. No conto isso é expresso através das personagens e suas características, mostrando um sistema opressor e patriarcalista que se baseia no intuito de se apoderar do outro: o explorador, homem branco, *versus* a mulher negra africana (grávida), um ser dominador e o outro, um ser vulnerável, frágil.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste trabalho percebemos o quanto é importante análises para se compreender o contexto social histórico de uma sociedade através das relações sociais representadas pela dominação do homem e subordinação da mulher negra em uma sociedade opressora, racista e patriarcalista.

Essa análise nos permitiu compreender o poder de dominação elencado pelo personagem Marcel Petre em relação a personagem Pequena Flor e, também de toda uma sociedade culturalmente patriarcalista e dominadora que queria fazer dela objeto. A desigualdade de gênero é fortemente associada a compreensão de mundo e culturas opressora, racista e patriarcalista enraizadas na nossa sociedade atual, que vem desde muitas eras atrás e que faz com que o desejo de apropriação do outro e temas como a violência e o preconceito contra mulheres negras ainda permaneçam até hoje.

Sendo assim, podemos concluir que esses pensamentos vêm desde o processo de colonização que tinha a mulher como ser satânico para manter poder sobre o corpo, a liberdade e a vida das mulheres negras. Portanto, os processos de dominação patriarcal elencados no conto *A menor mulher do mundo* remetem à realidade a qual os sujeitos estão inseridos e que são renovados até hoje na nossa sociedade, que julga a mulher pelo jeito de se comportar ou se vestir e tenta manipular a figura feminina, na tentativa de torná-la um sujeito subalternalizado, sem vez e sem voz. Portanto, é necessário que as “Pequenas Flores” da nossa realidade continuem com suas lutas para o enfrentamento de uma mudança de pensamentos coloniais

opressores e dominadores. Para que possam romper com invisibilidades, silêncios e possam reconstruir sua existência, tornando-se sujeitos passíveis de serem ouvidas e bem tratadas na sociedade.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. R. G. Prefácio: apresentando Spivak. In G. Spivak (2010) **Pode o subalterno falar?** (p. 7-18), Belo Horizonte, Brasil: Editora UFMG, 2010.

BONNICI, T. 2005. *Conceitos-chave da teoria pós-colonial*. Maringá: Eduem.

BOSI, Alfredo. (org). **O conto brasileiro contemporaneo**. São Paulo: Cultrix, 2008.

CANDIDO, Antonio. **Literatura e sociedade**. São Paulo: T.A. Queiroz, 2000.

LISPECTOR, Clarice. Laços de família: contos [recurso eletrônico]. – 1 ed. - Rio de Janeiro: Rocco digital, 2009, p. 36 -39

GANCHO, Cândido Vilares. **Como analisar narrativas**. 7ª ed. Editora: Ática

HOLLANDA, Heloísa Buarque, ed. **Pensamento feminista hoje**: perspectivas decoloniais. Bazar do Tempo, 2020.

LUGONES, M. *Rumo a um feminismo descolonial*. Estudos feministas, Florianópolis, 22 (3): p. 935-952, setembro-dezembro, 2014.

MARTINS, Wilson. *Pontos de vista:* crítica literária. São Paulo: T.A. Queiroz, 1992. v. 3.

NUNES, Benedito. *O dorso do Tigre*. São Paulo: Perspectiva, 1969.

_____ . (Coord.) *Clarice Lispector*: A paixão segundo G. H. Edição Crítica. UFSC: Florianópolis, 1988.

SOUZA, Luzirene. Análise do conto A menor mulher do mundo. In: Web Artigos. 2017

SPIVAK, Gayatri Chakravorty. **Pode o subalterno falar**. UFMG, 2010.

TELES, Maria Amelia de Almeida. Breve história do feminismo no Brasil. São Paulo: Brasiliense, 1999. 1º reimpr. da 1º ed.

CHAPTER XII

THE SATIRICAL POETICS OF BOCA DO INFERNO IN THE CHARACTER OF SOCIAL COMPLAINT

A POÉTICA SATIRICA DO BOCA DO INFERNO EM CARATÉR DE DENÚNCIA SOCIAL

DOI: 10.51859/amplla.sset.2124-12

Nayara Maranthya da C. Gurgel [1]
Leila Maria de Araújo Tabosa [2]

[1] Licenciada em Letras com Habilitação em Língua Espanhola e suas respectivas literaturas. Mestranda em Ciências da Linguagem (UERN). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9374-2921.
[2] Doutorado (2014) em Estudos da Linguagem (Literatura comparada) pela UFRN, com doutorado e pesquisa de campo no exterior, pela Universidad Nacional Autónoma de México (2013), Cidade do México-DF. Hoje professora adjunta na Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN). ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6636-0282.

ABSTRACT

This article seeks to analyze social denunciation within the satirical poems of the poet Gregório de Matos. Analyzing the baroque premise, starting from the contextualization of its emergence, until its contemporaneity, called neo-baroque. To construct this work, we relied on the theories of Wolfflin (2005), which addresses the transformations that the baroque brought about in the Renaissance, D'ors (1990), which develops the baroque in timeless themes, and Chiampi (2000), which presents and contextualizes neo-baroque. We count on the critical fortune of Lima (2013), Santos (2011) and Silva (2016) to better understand life in Bahia in the 1600s and the society in which Gregorian satire emerged. Campos (1989) is of great relevance in attesting the importance of the baroque in the formation of national literature. The analytical critical analysis of the poems extracted from Crônica do viver baiano (1999), a work organized by James Amado and Gregório de Matos: Sátira (1997), an anthology under the supervision of Ângela Maria Dias, contribute to the development of this work, where it will be held at the association of poems with theories that study Gregorian satire.

Keywords: Baroque. Neobaroque. Gregory de Matos. Satire. Seventeenth-century Bahia.

RESUMO

O presente artigo busca analisar a denúncia social dentro das poesias satíricas do poeta Gregório de Matos. Analisando a premissa barroca, partindo da contextualização de seu surgimento, até sua contemporaneidade, denominada de neobarroco. Para a construção desse trabalho, contamos com as teorias de Wolfflin (2005), que aborda as transformações que o barroco ocasionou na Renascença, D'ors (1990), que desenvolve o barroco na temática atemporal e, Chiampi (2000), que apresenta e contextualiza o neobarroco. Contamos com a fortuna crítica de Lima (2013), Santos (2011) e Silva (2016) para melhor compreensão da vida na Bahia dos seiscentos e a sociedade a qual a sátira gregoriana surgiu. Já Campos (1989) é de grande relevância para atestar a importância do barroco na formação da literatura nacional. A análise crítica analítica dos poemas extraídos de Crônica do viver baiano (1999) obra organizada por James Amado e Gregório de Matos: Sátira (1997) antologia sob a supervisão de Ângela Maria Dias, contribuem com o desenvolvimento desse trabalho, onde será realizada à associação dos poemas com as teorias que estudam a sátira gregoriana.

Palavras-chave: Barroco. Neobarroco. Gregório de Matos. Sátira. Bahia seiscentista.

1 INTRODUÇÃO

O Barroco surgiu em meio a uma época tomada por revoluções religiosas, sociais, políticas e científicas. Iniciado no século XVI, o duelo entre a Reforma Protestante e a Contrarreforma marcam o auge do barroco, porém, vale salientar que este é um estilo predominantemente católico, ou seja, contraditório aos ideais de Martinho Lutero (1483-1546) idealizador da Reforma Protestante, afinal, onde maior fora a influência da Contrarreforma em um país, maior a predominância do Barroco neste lugar.

A tendência barroca se tornou um elemento de grande relevância para a história da arte. Tratar de Barroco é revisitar às transformações vividas pela Renascença. De acordo com Wölfflin (2005, p. 25) “o interessante processo que se pode observar na Itália é a passagem de uma arte severa para uma arte ‘livre e pinturesca’, do formal para o informal”. Esta variação marca a diferença entre essas tendências, enquanto a Renascença conservava o clássico, o Barroco se consagrava o novo estilo, em buscava a arte livre.

O presente trabalho conta com a análise de poesias satíricas do poeta baiano Gregório de Matos. Esse era o poeta boêmio, foi considerado o maior poeta barroco brasileiro, contava com linguagem popular, de fácil compreensão, assim, apontava os erros ocorridos na Bahia colonial, sejam eles cometidos pela ganância de um governante, ou pelo alto escalão do clero ou por uma pessoa comum, não havia distinção diante dos olhos vorazes e da escrita perspicaz do Boca do Inferno. Como consequência de sua clara rebeldia e discordância dos padrões coloniais da Bahia seiscentista, este se tornou um poeta incompreendido e, por diversas vezes, desacreditado, chegando ao ponto da sociedade questionar sobre a autoria de seus poemas.

Conforme elucida Dias: “a sátira, porque muito afinada ao caráter lúdico, à inclinação popular e ao empenho problematizador característicos da crise do homem pós-renascentista, vai assumir, na obra de Gregório, o comando de sua vertente barroca” (DIAS, 1997, p. 17). A sátira gregoriana é predominantemente barroca, visto que, o Boca do Inferno, vivenciou a instauração dessa temática na Europa e contribuiu para sua chegada e permanência em solo brasileiro, onde o Barroco se consolidou.

Dentre as teorias utilizadas para embasamento deste trabalho, vale salientar que, Wölfflin (2005), disserta sobre o surgimento e crescimento estilo barroco, partindo

da análise de obras arquitetônicas romanas, estendendo-se à literatura. D'ors (1990) nos presenteia com a temática do eon barroco e sua atemporalidade, ultrapassando a noção de barroco como escola literária e ingressando no estudo da constante humana. Chiampi (2000) norteia as ideias sobre o barroco contemporâneo, denominado de neobarroco. Já Campos (1989) defende o lugar do Poeta Baiano na formação da literatura nacional.

Para o professor e pesquisador Lima (2006) a teoria wolffliniana foi vinculada à literatura depois de 1914, a partir desse momento, a história da literatura passa a considerar barroca as obras correspondentes aos séculos XVI e XVII. Embora essas datas tenham surgido para situar cronologicamente a estética barroca, vale salientar que, essa tendência é atemporal, o teórico francês Eugenio D'ors (1990), em sua obra *O Barroco*, contextualiza essa atemporalidade barroca:

> [...] Provém ele do neo-platonismo e foi utilizado sobretudo pela Escola de Alexandria. É o vocábulo grego "eon". Um "eon, para os alexandrinos, significava uma categoria que, apesar do seu caráter metafísico – quer dizer, apesar do seu constituir estritamente uma categoria – tinha um devir inscrito no tempo, tinha uma espécie de história (D'ORS, 1990, p. 65).

A obra de D'ors (1990), O Barroco, foi publicada pela primeira vez em 1936, sua tradução para o espanhol se deu em 1944, sob a ótica da constante humana era proporcionado o direcionamento teórico para as leituras das poesias do século XVII. D'ors (1990) identifica o Classicismo e o Barroco como "constantes" da história humana, considerando os dois como recorrentes, eternos e antagônicos. Os distintos períodos e movimentos da história da arte podem ser consideradas como continuação dessas "constantes". As contradições ocorridas no Século XVII, marcadas pela disputa entre ciência e religião, além do confronto entre católicos e protestantes, são significantes na produção artística da época. Para D'ors (1990) o barroco é um eon que reaparece em períodos distintos da evolução humana, inclusive, suas raízes vem da arte pré-histórica.

Para D'ors (1990) o Barroco é um processo onde a arte é marcada peli dinamismo e a diversidade. Para este pesquisador que o Barroco e o Classicismo assumem aspectos novos, variando, de acordo com a necessidade do momento em que reaparecem. Essa "constante histórica" denominada de Barroco é uma realidade profunda na existência humana. O eon barroco possui caráter transcendental, movimento constante, ocorre através do tempo, de forma paradoxal. O Barroco é arte atemporal e universal, é considerado eon por ser capaz de refletir na "constância" do

movimento artístico-literário em todas as artes. De acordo com Wölfflin (2005) contempla o surgimento do barroco em sua vigente constância de movimento:

> A Alta Renascença não se transforma numa arte decadente, especificamente diversa, mas do ponto culminante o caminho conduz diretamente ao Barroco. Toda inovação é um sintoma do emergente estilo Barroco. […] Depois de 1520, não deve ter havido uma só obra absolutamente pura. Aqui e ali, já aparecem os prenúncios do estilo novo; tornam-se mais numerosos, começam a predominar, apoderam-se de tudo: nasce o Barroco (WOLFFLIN, 2005, p. 28).

A Renascença não desapareceu após o surgimento do barroco, ela passou por transformações, pois, a tendência emergente e incompreendida tomava forma, conquistando espaço até adquirir plena maturidade. Wölfflin (2005, p 34) afirma que "ao contrário da Renascença, o Barroco não foi acompanhado da teoria. O estilo se desenvolve sem modelos. Ao que parece, em princípio, não havia um desejo de seguir novos caminhos" (WÖLFFLIN, 2005, p. 34), isso ocorre devido o déficit de pesquisas sobre o barroco, impedindo seu entendimento. Para Wölfflin (2005) a ideia de que a estética barroca proporcionava apenas a degradação da Renascença era resultado da falta de compreensão. Fez-se necessário rever os conceitos de arte anteriores à Seiscentos, para que o barroco fosse visto não como um estilo inferior, mas sim diferente da arte clássica.

A professora Irlemar Chiampi trabalha a modernidade barroca, o neobarroco[1], na obra *Barroco e Modernidade* (1988). Chiampi (1988, p. 13) contextualiza o neobarroco da seguinte forma:

> Seria incongruente afirmar que essas reciclagens do barroco implica uma ruptura com a tradição moderna que teve com o boom da literatura latino-americana dos anos 60-70 a sua culminação. Essa prática discursiva mais recente é, na verdade, uma reciclagem que intensifica e expande as potencialidades experimentais do barroco, já reciclado por José Lezama Lima e Alejo Carpentier, nos anos 40 e 50. Mais ainda, trata-se agora de recontextualizar a legitimação histórica e a legitimidade estética do barroco que, desde o modernismo finissecular, com a poesia de Rubén Darío, e correntes da Vanguarda como o Ultraísmo, projetavam a continuidade de uma tradição fundadira da literatura latino-americana. A diferença entre as reapropriações anteriores do barroco com as que caracterizam o neobarroco dos anos 70-90 é que nestas é reconhecível uma inflexão fortemente revisionista dos valores ideológicos da modernidade. [...] (Chiampi, 1988, p. 13).

A expressão barroca moderna e contemporânea, que busca sua origem estética na tradição dos seiscentos é denominada de neobarroco, é um resgate

[1] Termo utilizado por Severo Sarduy durante o quarto ciclo de inserção do barroco na América Latina.

cultural do século XVII. O Barroco histórico é respeitado, não existindo uma ruptura total com o Barroco atual, eis o Neobarroco, o Barroco moderno que vai além das fronteiras do historicismo. O neobarroco inverte, em sua prática discursiva a debilidade histórica, o paradigma da visão pessimista que rodeia a temática barroca. O resgate do barroco é uma estética e uma política literária, mostrando-se como autêntica mutação paradigmática nas formas poéticas.

O Neobarroco marca a quarta entrada do Barroco na modernidade literária latino-americana, não celebra a ruptura, a quebra com os valores filosóficos e estéticos que formam o originam, o Barroco continua existindo, através da revisão desses valores. O Neobarroco faz a releitura do Barroco, sem rompimentos, ele reatualiza dentro dos pensamentos modernos. Podemos considerar o neobarroco como uma extensão da arte e da literatura modernas, uma etapa crítica da modernidade estética.

Chiampi (2000) discorre sobre as inserções do barroco na modernidade, os anos de 1890, 1920, 1950 e 1970 marca, cronologicamente, essa revolução literária. A caraterística comum dessas inserções ocorre pela percepção dessa estética produzida nas metrópoles, ao mesmo em que se lança um olhar para a tradição. O primeiro momento da legibilidade barroca, se dá através do poeta nicaraguense Ruben Darío, no final do século XIX. Seus versos possuem formam um tipo de barroco parnasiano e simbolista. A segunda inserção do barroco na modernidade literária na América Latina acontece com os poetas de vanguarda (Jorge Luis Borges, Mário de Andrade, Oswald de Andrade entre outros). Retomando as presenças de Quevedo, Gracián e Góngora, Jorge Luis Borges e Ramón Gómez de la Sierra se destacam nesse segundo momento por suas tendências “jubilosamente barroca”.

O terceiro ciclo de inserção do barroco vive um processo de americanização, “[...] Lezama converte o barroco numa “forma em devir”, um paradigma contínuo, desde desde “los orígenes” no século XVII até a atualidade” (Chiampi, 1988, p. 11). Em meados dos anos de 1950, Lezama Lima evidencia essa transformação em sua obra A expressão americana, retoma a ideia do barroco como coisa nossa, oriundo do descobrimento e da conquista, considera o barroco como arte colonial, dessa forma, ele cria as categorias acima citadas do plutonismo e da tensão para diferenciar o barroco latino americano do europeu, podemos considerar o barroco americano a paródia do barroco europeu.

Alejo Carpentier (2007) completa o quarto ciclo de inserção, seu conceito de real maravilhoso americano se une com uma maneira barroca de descrever a realidade, originando uma estética barroca americana. A teoria carpentiana teve maior alcance do que a de Lezama, principalmente durante a década de 1970, sua circulação se deu em âmbito internacional.

O barroco americano, no pensamento de Alejo Carpentier, é a manifestação de um cotidiano já poético, separado das interpretações negativas antes associadas a esta tendência, distanciando do modelo europeu. Chiampi (1988) destaca que, enquanto Lezama Lima, localiza um início no século XVII através da tensão e do plutonismo, Carpentier compactua com a ideia de uma identidade existente antes do século XVII e defende sua continuidade para que os escritores latino-americanos não construam sobre a realidade barroca uma linguagem clássica.

2 GREGÓRIO DE MATOS E SUA RELAÇÃO COM A BAHIA SEISCENTISTA

Século XVII, marcado pela colonização do Brasil, em pleno do ciclo da cana-de-açúcar, senhores de engenho comandam caldeiras. “O ser senhor de engenho é título a que muitos aspiram, porque traz consigo o ser servido, obedecido e respeitado de muitos” (ANTONIL, 1982, p. 75). Nesse período de cultura e opulência no Brasil colonial, os escravos, sejam eles negros africanos ou índios brasileiros, vivem para servir o senhor de engenho, o português colonizador, servem para preparar o fogo da caldeira respingando seu próprio suor e lágrimas, vivenciando a injustiça dessa época. De acordo com Antonil (1982, p. 75):

> Servem ao senhor do engenho, em vários ofícios, além dos escravos de enxada e fouce que têm nas fazendas e na moenda, e fora os mulatos e mulatas, negros e negras de casa, ou ocupados em outras partes, barqueiros, canoeiros, calafates carapinas, carreiros, oleiros, vaqueiros, pastores e pescadores. Tem mais, cada senhor destes, necessariamente, um mestre de açúcar, um banqueiro e um contrabanqueiro, um purgador, um caixeiro no engenho e outra na cidade, feitores nos partidos e roças, um feitor-mor do engenho, e para o espiritual um sacerdote seu capelão, e cada qual destes oficiais tem soldada (ANTONIL, 1982, p. 75).

Em sua obra Cultura e Opulência do Brasil (1982), escrita entre 1680 e 1700, período marcado por importantes mudanças no Império Colonial, Antonil apresenta as principais riquezas do país, esse livro permite conhecer muitos aspectos da vida do homens livres e escravos da época. O poeta baiano Gregório de Matos (2005, p. 125) anunciava que a “instabilidade” e a “inconstância” eram permanentes na sociedade colonial de seiscentos. Esse poeta era grande conhecedor da época do Brasil colonial.

Nascido na Bahia, em 1636, filho do português Gregório de Matos e da brasileira Maria da Guerra, viveu em uma colônia portuguesa e, graças às posses de sua família, teve formação no Colégio dos Jesuítas da Bahia, posteriormente, foi para Coimbra estudar Direito, tornando-se doutor em leis, exercendo altos cargos dentro da corte.

Convivendo com a nobreza portuguesa, Gregório de Matos vivência o crescimento do barroco na Europa, inclusive, grande apreciador da literatura. Vale salientar que, a literatura portuguesa, teve grande influência da literatura espanhola advinda da União Ibérica (1580-1640). A partir disso, o Poeta do Recôncavo se transforma em leitor e admirador dos poetas espanhóis Luís de Góngora y Argote (1561- 1627) e Francisco Gómez de Quevedo (1580-1645). Por esta influência europeia, a originalidade de seus poemas era questionada, pois havia a suspeita que o Boca do Inferno apenas estava a copiar os poetas anteriormente citados. Sobre os problemas de autoria enfrentados pela obra de Matos e Guerra, Móises (2008) afirma que:

> À semelhança do que sucedeu com a maioria dos escritores coloniais, a obra de Gregório de Mattos e Guerra manteve-se inédita longo tempo após sua morte. Além disso, enquanto viveu, e mesmo posteriormente, os seus poemas circulavam em cópias executadas por mãos nem sempre hábeis, que neles introduziram alterações de toda a ordem. Possuímos alguns desses códices, mas nenhum autógrafo, o que afasta, quem sabe para sempre, a hipótese de uma edição crítica do legado gregoriano. E como o caráter das cópias dependia do arbítrio individual, ainda ocorre que determinados poemas lhe são atribuídos indevidamente, ou constituem meras traduções ou paráfrases de obras alheias, ou ao contrário, composições tidas como escritas por outros poetas do tempo poderiam ser perfeitamente da sua lavra. Como se nota, o problema ecdótico suscitado pelo espólio de Gregório de Mattos e Guerra está longe de ser resolvido, ainda quando se cotejarem os apógrafos existentes, é de crer que a questão venha a permanecer intrincada, ao menos nalguns pontos" (MOISÉS, 2008, p. 420).

As dúvidas acerca da autoria dos poemas não assolam somente ao Poeta do Recôncavo, visto que na época do Brasil Colônia, a dificuldade de imprimir uma coleção de poemas era frequente, afinal, não havia sequer uma boa quantidade de leitores. Até mesmo a falta de documentos comprobatórios da autoria das obras era inexistente naquele século. Mesmo com o desenvolvimento tecnológico, que auxilia nas pesquisas, a obra do Poeta Baiano ainda hoje é vítima de questionamentos sobre sua originalidade. Afortunadamente, "hoje, por outro lado, essa visão reducionista mudou. Diversos estudiosos, nacionais e internacionais, já conseguiram responder a muitas perguntas que foram feitas com o nome de Gregório de Matos" (LIMA, 2013, p. 11). Apesar dos muitos esclarecimentos acerca da autoria dos poemas gregorianos,

ainda é notória a falta de mais edições críticas para defender a autoria dos poemas deste poeta barroco.

Os questionamentos autorais dos poemas gregorianos, seguem por duas linhas, a primeira não o acusa de plagiador, e sim, de influenciado pela escrita de Góngora e Quevedo, pois, o Poeta de Seiscentos, durante os anos vividos em Portugal se tornou apreciador dessa literatura, e a literatura portuguesa sofria a influência vinda da Espanha. Esta primeira linha afirma que os adeptos do estilo barroco não buscavam a originalidade, utilizando assim a licença poética de outros autores e assim incluem Gregório de Matos nesta lista. Contudo, a segunda linha de pensamento é considerada radical, afinal, acusa o Boca do Inferno de plagiador e acredita que este não deu nenhuma contribuição para a formação da literatura brasileira. De acordo com Lima (2013):

> Quando Gregório volta ao Brasil, já formado em leis, diz-se que ele se dedica mais fortemente ao seu trabalho poético. Começa a fazer sátiras constantes à sociedade colonial baiana, como forma de "punir" as atrocidades ali cometidas. A Bahia era o berço de uma sociedade colonial em construção, o berço de uma nova cultura, com suas mesclas, embebida de festas coloniais, pela religiosidade exacerbada e punitiva, pela gente que nascia. Tudo se tornou reflexo num Brasil que se formava. A mistura entre as raças que aqui conviviam serviu de argamassa para a formação da identidade brasileira (LIMA, 2013, p. 41).

Em 1682, após trinta e dois anos, o Poeta Baiano retorna definitivamente às terras baianas. O Poeta do Recôncavo viveu esse período de formulações, a relação colonizador e colonizado, a expansão da máquina mercante, o crescimento e a queda dos engenhos, mudanças econômicas, religiosas e políticas ocorriam na sociedade baiana de 1600 e na vida do Poeta Barroco. Seu retorno é marcado pela nomeação, por D. Pedro II, para cargos importantes como tesoureiro-mor de Salvador e desembargador da Relação Eclesiástica da Bahia. Porém, a perca desses cargos se dá rapidamente "devido a problemas com a ordem religiosa local, quando não aceita receber as ordens maiores para se tornar padre" (LIMA, 2013, p. 41).

A partir desse desprendimento, ele vive sua libertinagem, provando mulheres pelas noites e percorrendo as ruas soteropolitanas durante o dia, "não há mais impedimentos para ele desferir sua língua cáustica contra tudo e todos" (LIMA, 2013, p. 41), a sociedade baiana passa a conhecer o ácido satírico do Boca do Inferno. Sua obra foi criada durante o século XVII, porém, não foi publicada, afinal, a literatura era mais oral do que escrita, não existindo preocupação por parte dos poetas de publicar

seus manuscritos, “mas seus poemas eram lidos ao público da colônia e através da oralidade eram repassados entre as pessoas” (LIMA, 2013, p. 41). De acordo com Silva (2016, p. 11):

> Os versos de Gregório de Matos aparecem como chaves que abrem as portas da consciência colonial; seu humor e sarcasmo, o espírito crítico como procedimento paródico é a grande arma de conquista da época barroco/moderna. Nada há de separado ou intocado no contexto de sua poesia, exceto a liberdade crítica; em seu tempo, poesia e crítica social são uma e mesma coisa. Gregório não se coloca como servidor da igreja, do estado ou da Colônia; ele é o servidor crítico da linguagem e da poesia. A poesia e a sátira da moral e dos costumes eram empreendimentos libertadores relacionados para Gregório de Matos, já que ambos criavam espaços para a “crônica” dos procedimentos e comportamentos das pessoas, das instituições, da política e da igreja na Colônia (SILVA, 2016, p. 11).

A lírica do Poeta Baiano enxerga o lado pobre e injustiçado da Bahia seiscentista, de um lado às pompas da coroa portuguesa, por outro lado, sangue derramado no chão dos engenhos, governantes corruptos e um clero ganancioso. “Como um homem seiscentista viveu como ninguém a crise de seu tempo, a crise do mundo barroco; crise que Ele mesmo expressa na confusão e ambiguidade de sentimentos [...] que se reflete em sua poesia” (SILVA, 2016, p. 24). Gregório de Matos era um poeta plural, seus versos não se prendiam somente à lírica satírica, ele conduzia magistralmente versos sacros ou pornográficos, amorosos ou eróticos, populares ou cultos, ele é consciente de sua realidade, “parece saber escrever que escrever sobre a realidade de seu tempo é seu dever e destino” (SILVA, 2016, p. 41).

“O poeta andarilho não é propriamente um marginal: ao contrário, parece inserir-se com muito maior pertinência na sociedade, na qualidade de cantador transmissor de poesia e notícia, comunicador” (Campos, 1989, p. 37). Este poeta foi pioneiro no âmbito satírico, modificando os rumos que a literatura trilharia, transfigurando o cenário literário brasileiro, sempre atemporal, como o eon dorsiano, seguindo a transformação que o barroco ocasionou na Renascença. O Boca de Brasa é o barroco brasileiro, é a poesia crioula. Seus poemas despertavam a provocação naquela sociedade repleta de preconceitos, despertando inimizades, que posteriormente, em 1964, foi perseguido pela Inquisição condenado ao degredo em Angola, porém, seu retorno ao Brasil se deu um ano depois, pois serviu de intermediador entre militares e governo, recebendo a concessão de retornar ao Brasil, mas não para a Bahia, e sim para Recife, onde morrerá “neste mesmo ano, talvez

acometido pela bicha, doença que assolou muitas cidades coloniais dos Seiscentos" (LIMA, 2013, p. 42).

3 A SÁTIRA DE "CRÔNICA DO VIVER BAIANO SEISCENTISTA"

Campos (1989) defendia ferrenhamente a lírica gregoriana e seu lugar na formação da literatura nacional, rechaçando as opiniões de Wilson Martins (1970), Antônio Cândido (1959) e, o erudito da Biblioteca Lusitana (1741-1758), Barbosa Machado, que questionavam se Gregório de Matos realmente existiu "literariamente". Segundo Campos (1989, p. 10):

> [...] poética e ausência histórica, que faz de Gregório de Mattos uma espécie de demiurgo retrospectivo, abolido no passado para melhor ativar o futuro, está em jogo não apenas a questão da "existência" (em termos de influência no devir factual de nossa literatura), mas, sobretudo, a da própria perspectiva segundo a qual essa existência é negada, é dada como uma não-existência (enquanto valor "formativo" em termos literários). [...] Um dos maiores poetas brasileiros anteriores à Modernidade, aquele cuja existência é justamente mais fundamental para que possamos coexistir com ela e nos sentirmos legatários de uma tradição viva, parece não ter existido literariamente em "perspectiva histórica" (CAMPOS, 1989, p. 10).

Nessa obra, Campos (1989) afronta diretamente a proposta de Cândido (1959) em Formação da Literatura Brasileira, afinal, esse livro sequestra um importante construtor da literatura nacional, o barroco, ocasionando no desaparecimento de Gregório de Matos e sua contribuição na formação de nossa literatura. Campos (1989) reintegra esse poeta no cenário lírico que lhe foi esgueirado, defendendo-o como grande expoente literário.

Após essa breve explanação sobre essa obra de grande valia para a compreensão do papel do Poeta Baiano na formação de nossa literatura, adentraremos no universo de suas antologias, especificamente, em "Crônica do viver baiano seiscentista" publicada por James Amado em 1969. Sua pesquisa durou cerca de um ano e contou com a análise de 25 volumes manuscritos (17 códices) dos séculos XVII e XVIII. Na edição de 1990, algumas notas de rodapé explicativas fizeram o diferencial, "o autor vai explicando cada um, procurando situá-lo no contexto da época e, além do mais, faz anotações sobre o significado de muitos termos, considerados obscuros pela crítica contemporânea" (LIMA, 2013, p. 64). Tomando como base o referencial teórico exposto no decorrer desse artigo, juntamente com a vida lírica e social de Gregório de Matos e a obra "Crônica do viver baiano

seiscentista", optamos pela análise literária de poemas selecionados de "O Burgo". Primeira das quatro partes que compõem a série de poemas da obra acima citada.

E pois coronista sou

Se souberas falar também falaras
também satirizaras, se souberas,
e se foras poeta, poetaras.

Cansado de vos pregar
cultíssimas profecias,
quero das culteranias
hoje o hábito enforcar:
de que serve arrebentar,
por quem de mim não tem mágoa?
Verdades direi como água,
porque todos entendais
os ladinos, e os boçais
a Musa praguejadora.
Entendeis-me agora?

Permiti, minha formosa,
que esta prosa envolta em verso
de um Poeta tão perverso
se consagre a vosso pé,
pois rendido à vossa fé
sou já Poeta converso

Mas amo por amar, que é liberdade.
(Matos, 1969, apud Amado 1999, p. 32).

A poesia gregoriana é estética fundadora da literatura nacional, como defende Campos (1989), sua realidade social se faz presente em seu fazer poético, como visualizamos desde o título do poema, que, se refere à Bahia, principal burgo da sociedade brasileira da época e terra natal do Boca de Brasa. Sua estética mostra que esse poema foi escrito em primeira pessoa, não segue padrões de sonetos ou métricas, se desvinculando do padrão poético clássico.

O Poeta Baiano utiliza nessa sátira, os temas religião, amor e liberdade. Este relata o amor livre, onde, só pelo fato de amar já torna o indivíduo livre. Na primeira estrofe, o poeta considera que, se seu leitor/ouvinte soubesse falar, como poeta ou sátiro, não calaria seu poder de crítica, com isso, Gregório de Matos inicia falando sobre o fato de ser poeta satírico “Se souberas falar também falaras/ também satirizaras se souberas,/ e se foras poeta, poetaras”, ele mostra sua poesia satírica como um bom serviço.

O toque religioso surge nesse poema, “Cansados de vos pregar/ cultíssimas profecias” e [...] “pois rendido a vossa fé/sou já Poeta converso”. De acordo com Santos (2001, p. 22) “a erudição do poeta brasileiro fica evidenciada pela presença da literatura bíblica em sua poesia”, afinal, o Poeta Colonial é naturalmente satírico, assimila leituras bíblicas e a doutrina católica como elementos fundamentais da atmosfera da Bahia dos seiscentos. “Gregório de Matos é de uma modernidade modernista, pois devora a cultura bíblico-religiosa, sendo exemplo de produção literário-cultural capaz de garantir à pertinência à concepção da teoria da antropofagia” (SANTOS, 2011, p. 33), este Poeta Baiano brinca com a quebra da sacralidade de textos bíblicos em seus poemas satíricos. Continuando com a demonstração da análise lírica:

DESCREVE O QUE ERA REALMENTE NAQUELLE TEMPO A CIDADE DA BAHIA DE MAIS ENREDADA POR MENOS CONFUSA

A cada canto um grande conselheiro,
Que nos quer governar cabana e vinha;
Não sabem governar sua cozinha,
E podem governar o mundo inteiro.

Em cada porta um bem frequente olheiro,
Que a vida do vizinho e da vizinha
Pesquisa, escuta, espreita e esquadrinha,
Para o levar à praça e ao terreiro.

Muitos mulatos desavergonhados,
Trazidos sob os pés os homens nobres,
Posta nas palmas toda a picardia,

Estupendas usuras nos mercados,
Todos os que não furtam muito pobres:
E eis aqui a cidade da Bahia.
(Matos 1969, Apud Amado 1999, p. 33).

Estruturalmente, este poema segue o parâmetro de soneto, com seus versos metricamente traçados. O Poeta Colonial se vale dessa lírica repleta de ironia, assombro e tristeza para demonstrar sua consciência histórica sobre a situação atual da cidade da Bahia, conforme o título esclarece “Descreve o que era realmente naquelle tempo a cidade da Bahia de mais enredada por menos confusa”, onde nos revela sua preocupação com sua terra natal, traçando uma visão dramática dessa sociedade colonial e das pessoas que ali vivem. Essa sátira inicia sua crítica deliberada à sociedade baiana logo em seus primeiros versos “A cada canto um grande conselheiro/ Que nos quer governar cabana e vinha/ Não sabem governar sua cozinha/ E podem governar o mundo inteiro”, evidenciando a falta de discernimento e capacidade de gerir uma sociedade, por serem pessoas que não conseguem ministrar o ínfimo de sua casa ou cozinha.

Descrevendo com maestria os acontecimentos na Bahia dos seiscentos, fazendo desta cidade um alvo de suas poesias satíricas, e acordo com Silva (2016, p. 28) “qualquer acontecimento aí, por meio da linguagem jocosa, popular, carnavalesca de seus poemas se converte em um símbolo da situação original da Colônia e de sua gente”. Enquanto poeta barroco, Gregório de Matos, possuía forte espírito crítico, como vemos nos seguintes versos: “Em cada porta um bem frequente olheiro/ Que a vida do vizinho e da vizinha/ Pesquisa, escuta, espreita e esquadrinha/ Para o levar à praça e ao terreiro”, deixando evidente sua insatisfação com aqueles que vivem de olhar ou bisbilhotar a vida alheia com o intuito de espalhar pela cidade.

Os versos “Muitos mulatos desavergonhados/ Trazidos sob os pés os homens nobres/ Posta nas palmas toda a picardia”, expõem ações desonestas ocorridas nas terras baianas, como vasto conhecedor da literatura europeia, o Poeta do Recôncavo, utiliza o termo “picardia”, referindo-se a figura do pícaro, personagem emergente do gênero picaresco, que se difunde na Espanha e Europa entre os séculos XVII e XVIII. Opositor a figura do herói, classificado como anti-herói, por ser trapaceiro e espertalhão, ganhando a vida com sua engenhosidade. O Poeta Baiano utiliza “picardia” realizando a ponte entre os “mulatos desavergonhados” da Bahia e o pícaro das novelas hispânicas.

Finalizando o poema com os versos “Estupendas usuras nos mercados/ Todos os que não furtam muito pobres:/ E eis aqui a cidade da Bahia”, demonstrando a visão caótica e conturbada da Bahia seiscentista, diante da mistura dos povos pretos, brancos e indígenas, “o poeta crítico faz poesias crítica. É a época do Barroco; é a época em que a cidade da Bahia se ergue sob o signo do barroco. A Bahia é histórica e, culturalmente, barroca” (SILVA, 2016, p. 28). O Boca de Brasa vivenciou, na Europa e no Brasil, as mudanças ocasionadas pela tendência barroca. Época de crise e contrastes, ele vivência a crise moral e religiosa, vive nos extremos, escreve os extremos. É um homem barroco, vive de contradições e paradoxos, repassa essas características para sua escrita, tornando-a símbolo do barroco, colaborando com sua inserção na formação da literatura brasileira.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os poemas satíricos vistos, anteriormente, demonstram a capacidade do poeta de exprimir seus pensamentos críticos, apresentam o mundo gregoriano e o idioma barroco. O Poeta Baiano brincava com signos e cultura, relevando o poder que um poema pode ter sobre uma pessoa, um governo, uma sociedade. Gregório de Matos era o próprio eon barroco, ele respirava essa tendência, ele estava sempre à frente de seu tempo, disposto a transformar, transfigurar aquela realidade inquietante.

O barroco gregoriano implica na luta contra preconceitos e práticas que rondavam a Bahia seiscentista. O despertar da consciência social do colonizado eram premissas da sátira do Poeta do Recôncavo, reler essas sátiras é observar as ruínas de um velho engenho, onde o suor e o sangue do escravo respingavam, é saber que correntes foram quebradas, é vivenciar o poder da escrita mesmo diante de uma sociedade colonial. A poesia satírica gregoriana é pura consciência crítica.

A representatividade social que a sátira carrega desafia os limites da Colônia, afinal, o Boca de Brasa não detinha suas palavras ou pensamentos para agradar o outro. Ele se manifestava em forma de sátira, expondo erros e atrocidades ocorridos na Bahia dos seiscentos. Gregório de Matos inaugura o barroco no Brasil e vive esse paradoxo como nenhum outro poeta o fez. Falar do Boca do Inferno é remeter-se ao barroco em sua mais pura origem.

REFERÊNCIAS

ANTONIL, André João. 1649 ou 50-1716. **Cultura e opulência do Brasil** / André João Antonil (João Antônio Andreoni, S.J.). 3. Ed. – Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; São Paulo: Ed. Da Universidade de São Paulo, 1982.

CAMPOS, Haroldo de. **O seqüestro do barroco na formação da literatura brasileira: o caso de Gregório de Mattos** / Haroldo de Campos. – Salvador: FCJA, 1989.

CHIAMPI, Irlemar. **Barroco y modernidad.** Fondo de Cultura Económica Carretera Piacho – Ajusco 227; 14200 México, D.F. 2000.

DIAS, Ângela Maria. **Gregório de Matos**, Sátira. 3 ed. Rio de Janeiro: Agir. 1997.

D'ORS, Eugênio. **O Barroco**. Título original: O Barroco. Coleção: Artes/Ensaio. Tradução: Luís Alves da Costa. Veja e Herdeiros de Eugenio D'Ors. 1968.

LIMA, Samuel Anderson de Oliveira. **Gregório de Matos [recurso eletrônico]: do barroco à antropofagia** / Samuel Anderson de Oliveira Lima. –Natal, RN: EDUFRN, 2016.

MATOS, Gregório de, 1633-1669. **Gregório de Matos: obra poética** / edição James Amado -4ª ed. Rio de Janeiro: Record, 1999.

MOISÉS, Massaud – **História da Literatura Brasileira** – Vol. I. Das origens aos Romantismo. Ed. Cultrix – 2ª edição. 2008. SP.

SANTOS, Ciro Soares. **Deus e o Diabo na poesia de Gregório de Matos. /** Ciro Soares dos Santos. –Natal, RN: EDUFRN, 2011.

SILVA, Francisco Ivan da. & TABOSA, Leila Maria de Araújo. **Dos visiones del Barroco en América Latina**. Universidad Autonoma del México. Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán. Cuidad del México, 2016.

WÖLFFLIN, Heinrich. **Renascença e Barroco. Estudo sobre a essência do estilo barroco e a sua origem na Itália.** Editora Perspectiva. Direitos em língua portuguesa reservados à EDITORA POERPECTIVA S. A.. São Paulo – SP. 1989

CHAPTER XIII

BACURIZEIRO (PLATONIA INSIGNIS MART.), PHYTOCHEMICAL PROFILE AND THERAPEUTIC AND MEDICINAL USES: A BIBLIOGRAPHICAL REVIEW

BACURIZEIRO (PLATONIA INSIGNIS MART.), PERFIL FITOQUÍMICO E USO TERAPÊUTICO E MEDICINAL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

DOI: 10.51859/amplla.sset.2124-13

Jorge Marcelo Moraes Albuquerque [1]
Illa Fernanda Mesquita Silva [2]
Adna Mirella Oliveira Silva [3]
Sávio Rodrigues Soares [4]
Taymã Cardoso Araújo [5]
Sâmya Danielle Lima de Freitas [6]
Valdiléia Teixeira Uchôa [7]

[1 - 2] Mestrando em Química. Programa de Pós-Graduação em Química – UESPI.
[3 - 5] Graduando do curso de Química. Universidade Estadual do Piauí – UESPI.
[6] Professora do Departamento de Química. Universidade Federal do Piauí – UFPI.
[7] Professora do Departamento de Química. Universidade Estadual do Piauí – UESPI.

ABSTRACT

Medicinal plants in the treatment of diseases have been reported for thousands of years as part of human evolution and were the first therapeutic resources. Today this treatment option is growing every day and proving to be a viable and effective way. Among these plants, the Bacurizeiro (Platonia Insignis Mart) plays an important role in medicinal use, such as in the treatment of skin problems, such as burns and wounds, back pain and inflammation, among others. This is possible due to the presence of chemical compounds from the classes of terpernes, xanthones and phenolics (secondary metabolites) that have antioxidant, anti-inflammatory, healing, anticonvulsant and antimicrobial activities. This work was carried out based on a bibliographical research, consulting Scientific Articles Published between the years 2012 and 2023 selected in 4 databases, using the following keywords as markers: platonia insignis; chemical composition; therapeutic; medicinal plants and aimed to report the use of bacuri fruit as an alternative in the treatment of diseases. 18 articles were identified, among them, the research involved parts of the Plant (flowers, leaves, seeds, branches, fruit and stem peels), fractions and compounds isolated from Platonia insignis and pharmacological activities, whose action was proven by through in vivo and in vitro studies. It was evident, through this research, that the secondary metabolites presented antileishmanial, antifungal, antioxidant activities and also helped with the effects of the cardiovascular system, vasorelaxation, acute respiratory distress and gastroprotective.

Keywords: Platonia insignis. Chemical composition. Therapeutic. Medicinal.

RESUMO

As plantas medicinais no tratamento de doenças, tem relatos milenares fazendo parte da evolução humana e foram os primeiros recursos terapêuticos. Hoje essa opção de tratamento vem crescendo a cada dia e demonstrando ser uma forma viável e eficaz. Dentre essas Plantas o Bacurizeiro (Platonia Insignis Mart) apresenta um importante papel no uso medicinal, tais como, no tratamento de problemas de pele, como queimaduras e ferimentos, nas dores lombares e

inflamações dentre outras. Isso é possível pela presença de compostos químicos das classes de Terpenos, Xantonas e fenólicos (Metabólitos secundários) que possuem atividades antioxidante, anti-inflamatória, cicatrizante, anticonvulsivante, antimicrobiana. Esse trabalho foi realizado a partir de uma pesquisa Bibliográfica, sendo consultados artigos científicos publicados entre os anos de 2012 a 2023 selecionados em 4 bases de dados, tendo como marcadores as palavras chaves: platonia insignis; composição química; terapêutico; medicinais e teve como objetivo relatar a utilização do bacurizeiro como alternativa no tratamento de doenças. Identificou-se 15 artigos, dentre eles, as pesquisas envolveram partes da Planta (flores, folhas, sementes, galhos, cascas do fruto e do caule), frações e compostos isolados da Platonia insignis e atividades farmacológicas, as quais a ação foi comprovada por meio dos estudos in vivo e in vitro. Evidenciou-se, através dessa pesquisa, que os metabólitos secundários apresentaram atividades Antileishmania, antifúngica, antioxidante e ainda ajudaram nos efeitos do sistema cardiovascular, vasorrelaxante, no desconforto respiratório agudo e gastroprotetor.

Palavras-chave: Platonia insignis. Composição química. Terapêutico. Medicinal.

1 INTRODUÇÃO

Desde dos tempos mais remotos, os seres humanos se utilizam de plantas com propriedades medicinais como recurso terapêutico para a sobrevivência. Os registros de utilização de plantas como remédios datam da Era Paleolítica, pela identificação do pólen de plantas medicinais em sítios arqueológicos (Saad et al.,2018). As plantas medicinais no tratamento de doenças, tem relatos milenares fazendo parte da evolução humana e foram os primeiros recursos terapêuticos. Contudo, o uso terapêutico de plantas ao longo da história baseou-se, sobretudo, no conhecimento intuitivo e especulativo de homens e mulheres, que, com o passar do tempo, aprenderam a diferenciar as ervas benéficas daquelas tóxicas à saúde (LEITE et al., 2009).

O uso de plantas medicinais e de fitoterápicos com finalidade profilática, curativa e paliativa passou a ser oficializada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 1978, quando recomendou a difusão mundial dos conhecimentos necessários para o seu uso. A OMS ainda tem expressado sua posição a respeito de valorizar a utilização de plantas medicinais no âmbito sanitário, em função de que 80% da população mundial dependem dessas espécies, no que se refere à atenção primária à saúde (Ibiapina et al.,2014).

Dentre essas plantas com uso medicinal e fitoterápico está o bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart), espécie arbórea nativa da Amazônia, Família Clusiaceae, e com provável centro de diversidade genética o Estado do Pará (Cavalcante, 1996). Além das possibilidades mencionadas anteriormente, essa planta é frutífera e

madeireira e suas sementes podem ser utilizadas para extração de óleo, dando ainda como subproduto, farelo, com 16% de proteína (Pesce, 1941). Apesar de ser originária da Amazônia e Pará, Platonia insignis se espalhou em direção ao Nordeste do Brasil, chegando aos Estados do Maranhão e ao Piauí. É encontrada espontaneamente nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Roraima, Tocantins, Mato Grosso e Goiás, até chegar ao Pará . Nessas localidades é encontrada em áreas de florestas primárias, com exceção dos estados de Roraima e Tocantins, que também é encontrado em florestas secundárias. Alguns exemplares podem ser encontrados nos estados do Ceará e Pernambuco, mas não estão naturalmente dispersos. (Cavalcante, 1972; Nascimento et al., 2007; Lima, 2007; Carvalho and. Nascimento, 2018).

As substâncias químicas produzidas pelas plantas medicinais, podem ser classificadas como metabólitos primários e secundários. Os metabólitos primários são responsáveis pelo desenvolvimento e crescimento das plantas, como açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, lipídeos e nucleotídeos. Já os metabólitos secundários, são altamente específicos e desempenham um papel importante na evolução dos vegetais, produzidos como uma forma de defesa contra agentes externos e eles também são responsáveis pela ação terapêutica das plantas, que possuem três principais classes de substâncias: terpenos, compostos fenólicos e nitrogenados (Borges & Amorim, 2020).

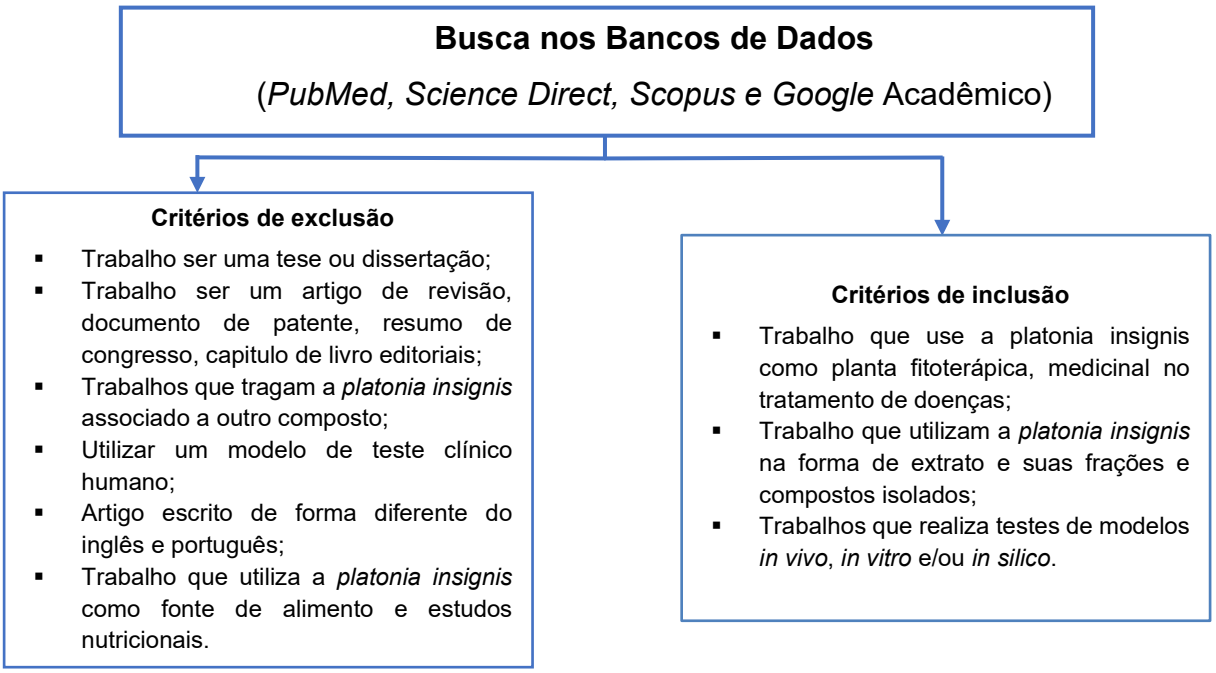
Nesse sentido, existe na literatura registros de estudos fitoquímicos da *P. insignis* nas cascas das sementes, nos frutos e no caule, na polpa, na semente, nas flores e folhas que mostram a presença de metabólitos secundários como as classes de terpenos, xantonas e fenólicos como constituintes majoritários. A presença desses constituintes mostra várias ações farmacológicos, como atividade antioxidante, citotóxica, anticolinesterásica, antimicrobiana, anticonvulsivante, cicatrizante, antileishmania e gastroprotetora (Souza, 2017; Costa Júnior,2017; Sousa, 2012).

Diante do exposto acima, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica dos artigos publicados entre os anos de 2012 a 2023, que relatam o uso da *Platonia insignis* Mart como alternativa no tratamento de doenças, bem como a identificação de metabólitos secundários, além dos modelos experimentais utilizados para avaliar a eficácia fitoterápica das mesmas.

2 METODOLOGIA

Este estudo constitui-se de uma revisão sistemática de literatura através de evidências científicas, na qual foi realizado um levantamento de artigos científicos baseado na seguinte pergunta norteadora: De qual modo o bacurizeiro vem sendo utilizado para uso terapêutico e medicinal, e qual sua composição química? Para a realização da revisão utilizou-se as seguintes bases de dados científicas: PubMed, Science Direct, Scopus e Google Acadêmico sendo o período estabelecido de jan/2012 a dez/2023, incluindo artigos escritos nas línguas inglesa e portuguesa. A palavras-chave usadas foram "*Platonia insignis & composição química & terapêutico & medicinal*". Realizou-se a leitura dos títulos e resumos dos trabalhos encontrados, onde foram incluídos na revisão aqueles que atenderam os critérios apresentados na Figura 1. Os critérios de inclusão e exclusão, assim como o período de publicação, foram determinados com base na necessidade da obtenção de um maior quantitativo de material para análise. Vale ressaltar, ainda que só foram analisados os artigos que possuíam livre acesso. Após essa etapa, realizou-se a leitura dos títulos e resumos dos trabalhos, caso esta não fosse suficiente para classificar os artigos como incluso ou não, a leitura completa dos mesmos foi realizada.

Figura 1 – Fluxograma de seleção dos artigos (Critérios de Exclusão e Inclusão)

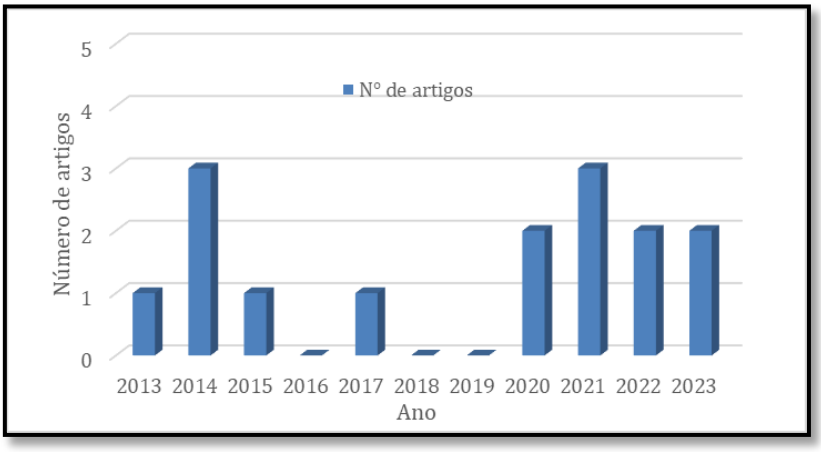


Fonte: Autoria própria.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na pesquisa realizada dentro dos bancos de dados *PubMed, Science Direct, Scopus e Google Acadêmico usando* as palavras-chave, de início foram identificados 148 artigos. Em seguida, foram removidos 133 artigos que eram duplicações e/ou que não se encaixavam no foco desta revisão, nos fornecendo assim um total de 15 artigos (Tabela 1), que contribuíram para a produção deste trabalho. Os anos que teve mais publicações foram 2014 e 2021, com um total de 6 artigos sendo 3 artigos em cada ano, porém não foram identificados, dentro dos critérios de inclusão, artigos nos anos de 2012, 2016, 2018 e 2019 (Figura 2).

Figura 2 – Gráfico de publicações de artigos por ano



Fonte: Autoria própria.

Tabela 1 – Descrição dos artigos selecionados na revisão.

	TÍTULO	AUTORIA E ANO DE PUBLICAÇÃO	PARTE DA PLANTA E TIPO DE EXTRATO	OBJETIVO DO ESTUDO	METABÓLITOS SECUNDÁRIOS E COMPOSTO MAJORITÁRIO
1	Investigação das atividades biológicas das frações diclorometano e acetato de etila de *Platonia insignis* Mart. Semente.	Joaquim et al., (2013)	Sementes. Hidroalcoólico.	Avaliar a composição química e as atividades antioxidante e toxicidade das frações e do extrato.	Composto majoritário 1,3,5,6-tetra-hidroxi-2-(2-metilbut-3-en-2-il) -7-(3-metilbut-2-enil) xanten-9-ona.
2	Evidência farmacológica de receptores α2-adrenérgicos no efeito hipotensor de *Platonia insignis* Mart.	Marcelo et al., (2014)	Cascas dos frutos. Hidroalcoólico.	Avaliar o potencial biológico do extrato etanólico e da fração acetato de etila das cascas dos frutos *de P. insignis* no sistema cardiovascular de ratos.	Ácidos graxos livres, ácidos caprílico e mirístico, e o éter fenólico eugenol (composto majotitário.
3	Garcinielliptona FC: atividade antiparasitária sem citotoxicidade para	Ana et al., (2014)	Sementes. Hexânico.	Avaliar o efeito in vitro da GFC contra o verme sanguíneo Schistosoma mansoni.	Benzofenona prenilada e o composto majoritário: Garcinielliptone FC (GFC)

	TÍTULO	AUTORIA E ANO DE PUBLICAÇÃO	PARTE DA PLANTA E TIPO DE EXTRATO	OBJETIVO DO ESTUDO	METABÓLITOS SECUNDÁRIOS E COMPOSTO MAJORITÁRIO
	células de mamíferos.				
4	Estudos comportamentais e neuroquímicos em camundongos pré-tratados com garcinielliptona FC em convulsões induzidas por pilocarpina.	Ana et al., (2014)	Sementes. Hexânico.	Avaliar a atividade anticonvulsivanteos do GFC em *in vitro* e *in vivo*.	Composto majoritário mencionado no estudo é o Garcinielliptona FC (GFC)
5	Avaliação imunomoduladora e toxicológica das sementes de frutos *de Platonia insignis,* uma espécie nativa da Floresta Amazônica brasileira.	Ana et al., (2015)	Sementes. Hidroalcoólico.	Investigar os efeitos citotóxicos e imunomoduladora *in vitro e in vivo* do extrato.	Não foram feitas análises para determinação de compostos das sementes.
6	*Platonia insignis* Mart., uma planta amazônica brasileira: o extrato das cascas do caule e seu principal constituinte, o lupeol, exercem efeitos antileishmania envolvendo a ativação de macrófagos.	Adriana et al., (2017)	Cascas do Caule. Hidroalcoólico.	Avaliar os efeitos antileishmania do extrato etanólico, da fração hexânica e do seu principal isolado Lupeol contra *Leishmania* amazonenses.	Terpenos e como composto majoritário: Lupeol (triterpeno).
7	Toxicidade, citotoxicidade, mutagenicidade e modelos antioxidantes *in vitro* de 2-oleil-1,3-dipalmitoil-glicerol isolado do extrato hexânico de sementes *Platoni a insignis* Mart.	Antônio et al., (2020)	Sementes. Hexânico.	Avaliar os efeitos antioxidantes *in vitro*, bem como avaliar os efeitos toxicológicos e mutagênicos do 2-oleil-1,3-dipalmitoil-glicerol (ODG).	Xantonas e as benzofenonas poli-isopreniladas e como composto majoritário: 2-oleil-1,3-dipalmitoil-glicerol (ODG)
8	Atividades antifúngicas e antivirulentas de Extrato Hidroalcoólico e Frações de Folhas *de Platonia insignis* contra isolados vaginais de Espécies de Candida.	Anderson et al., (2020)	Folhas Hidroalcoólico.	Avaliar as atividades antifúngicas e antivirulentas do extrato e das frações contra isolados vaginais de Candida.	Compostos majoritários foram glicosídeos de flavonoides, derivados de quercetina e miricetina.
9	Formulações tópicas à base de manteiga das sementes de *Platonia insignis* Mart. para o tratamento de lesões relacionadas à leishmaniose cutânea experimental.	Ana et al., (2021)	Sementes. Hexânico.	Desenvolver e avaliar potencial cicatrizante de formulações tópicas à base de manteiga da semente do bacuri.	Não foram feitas análises para determinação de compostos das sementes.
10	Composição química e atividades fotoprotetora e antiradicalar *in vitro* dos galhos de	Andréia et al., (2021)	Galhos Hidroalcoólico.	Possibilitar o isolamento do biflavonóide morelloflavona e identificar,polifenóis.	Os biflavonoides foram os constituintes majoritários identificados.

	TÍTULO	AUTORIA E ANO DE PUBLICAÇÃO	PARTE DA PLANTA E TIPO DE EXTRATO	OBJETIVO DO ESTUDO	METABÓLITOS SECUNDÁRIOS E COMPOSTO MAJORITÁRIO
	platonia insignis (clusíaceae)				
11	Biflavonas *de Platonia insignis* Mart. Flores promovem efeitos antileishmania e imunomoduladores *in vitro* contra formas amastigotas internalizadas de *Leishmania* amazonenses.	Érica et al., (2021)	Flores. Hidroalcoólico.	avaliar a atividade antileishmania, efeito citotóxico e padrões de ativação de macrófagos.	Biflavonoides (Morelloflavona/volkensiflavona), como compostos majoritários.
12	Atividade anti- Candida albicans de ononina e outros metabólitos secundários de *Platonia Insignis* MART.	Anderson et al., (2022)	Folhas. Hidroalcoólico.	Investigar a atividade antifúngica da ononina por ensaios *in silico* e *in vitro.*	Quinato, Ononina (composto majoritário), Vitexina e Fukugentina.
13	Estudo fitoquímico e potencial antioxidante das flores do bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart.).	Emanuelly et al., (2022)	Flores. Hidroalcoólico.	Investigar o perfil fitoquímico e antioxidante do extrato hidroalcoólico e frações.	A fração acetanólica apresentou o maior teor de fenóis totais e de flavonoides.
14	Efeito Protetor das Biflavonas de *Platonia insignis* Mart. contra letalidade induzida por brometo de etídio em *Staphylococcus aureus*.	Andressa et al., (2023)	Flores. Hidroetanólico.	Investigar o efeito protetor de uma mistura das biflavonas contra cepas superprodutoras *Staphylococcus aureus.*	Mistura de biflavonóides, moreloflavona e volkensiflavona(composto majoritário).
15	Ação terapêutica do extrato etanólico das folhas de *Platonia insignis* Mart sobre a síndrome do desconforto respiratório induzido em ratos	Penina et al., (2023)	Folhas. Etanólico.	Avaliar a ação farmacológica do extrato na síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA).	Alcaloides, saponinas e triterpenos. incluindo phytol (composto majoritário).

Fonte: Autoria própria.

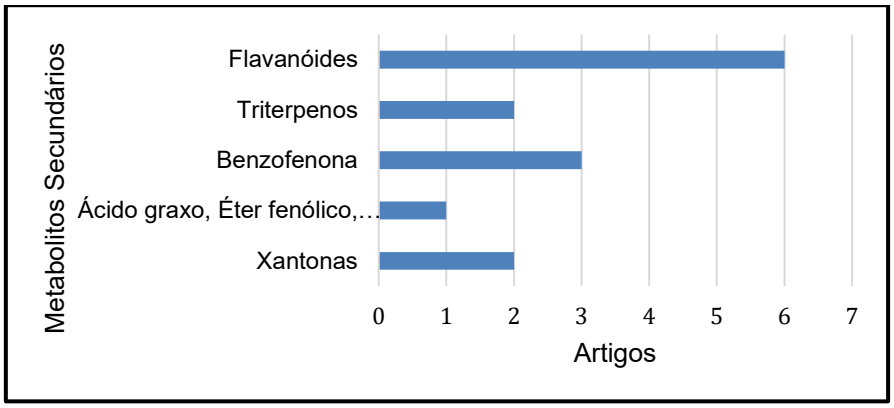
Uma das características dos seres vivos é a presença de atividade metabólica. O metabolismo nada mais é do que o conjunto de reações químicas que ocorrem no interior das células. No caso das células vegetais, o metabolismo costuma ser dividido em primário e secundário. Entende-se por metabólitos primário o conjunto de processos metabólicos que desempenham uma função essencial no vegetal, tais como a fotossíntese, aspiração e o transporte de solutos. Em contrapartida, os metabólitos secundários originam compostos que não possuem uma distribuição universal, pois não são necessários para todas as plantas. (Lázaro E. P. Peres, 2020).

Entretanto, metabólitos secundários vegetais formam vários compostos orgânicos, que por sua vez possuem atividade biológica.

Os metabólitos secundários vegetais destacam-se na área da farmacologia devido a seus efeitos biológicos sobre a saúde da espécie humana, nesse sentido, dos artigos analisados, 13,33% (2 artigos) dos trabalhos não relatam os grupos de metabólitos secundários e 86,67% (13 artigos), relataram os metabólitos secundários, sendo que 6 artigos descrevem a classe dos flavonoides, seguido da classe das benzofenonas com 3 artigos (figura 5).

Os princípios ativos como a 1,3,5,6-tetra-hidroxi-2-(2-metilbut-3-en-2-il) -7-(3-metilbut-2-enil) xanten-9-ona (Joaquim et al., 2013), 2-oleil-1,3-dipalmitoil-glicerol (ODG) (Antônio et al., 2020), Quercetina e Ácido gálico (Emanuelly et al., 2022), apresentaram atividade antioxidante. O eugenol (Marcelo et al., 2014), apresentou potencial biológico no sistema cardiovascular, Garcinielliptone FC (Ana et al., 2014), mostrou atividade anticonvulsivante e efeito in vitro contra o verme sanguíneo Schistosoma Mansoni. Lupeol (Adriana et al., 2017), Morelloflavona e volkensiflavona (Érica et al., 2021; Ana et al.,2021; Andressa et al.,2023), apresentaram atividade antileishmania, cicatrizante por lesões cutâneas induzidas pela infecção com Leishmania e efeito protetor contra cepas de *Staphylococus Aureus*. Flavonoides derivados da quercetina e a miricetina (Anderson et al., 2020;) e a ononina (Anderson et al., 2022), apresentaram atividade antifúngica. Phytol (Penina et al., 2023), teve ação na síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA).

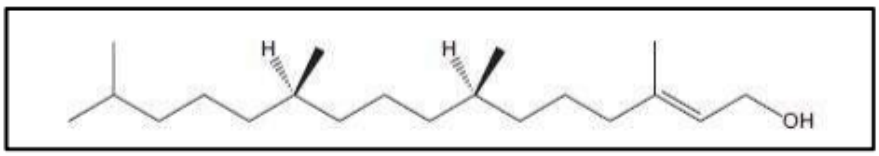
Figura 5 – Gráficos de descrição das classes de metabólitos secundários identificados nos artigos.



Fonte: Autoria própria.

A *Platonia insignis* possui inúmeros metabólitos presentes em sua constituição, embora os flavonóides sejam os principais encontrados nos extratos metanólicos, hidra-alcóolicos e etanólicos. Penina et al., (2023) realizaram uma triagem fitoquímica preliminar no extrato etanólico das folhas da *P. insignis*, onde além do grupo flavonoides, ainda foi possível identificar alcaloides, saponinas e triterpenos, no entanto, não foram mencionados os metabólitos específicos, os quais, tiveram identificação através de uma investigação por meio de análise GC-MS e HPLC. A análise GC-MS revelou a presença de 60 compostos fitoquímicos no extrato, incluindo phytol, gamma-sitosterol, ácido hexadecanóico e ácido octadecatrienóico. Além disso, a análise HPLC mostrou a presença de ácido gálico, catequina, ácido clorogênico, epicatequina, aldeído siríngico, ácido cumárico e ácido salicílico. O composto majoritário identificado nessa análise foi o phytol (Figura 6), um diterpeno, representando 10,54% do total de compostos presentes no extrato e por apresentar várias atividades farmacológicas, contribuiu para os seus testes *in vivo* e *in vitro* e resultados alcançados no tratamento da síndrome do desconforto respiratório.

Figura 6 – Estrutura química do phytol (3,7,11,15-tetrametilhexadec-2-en-1-ol).



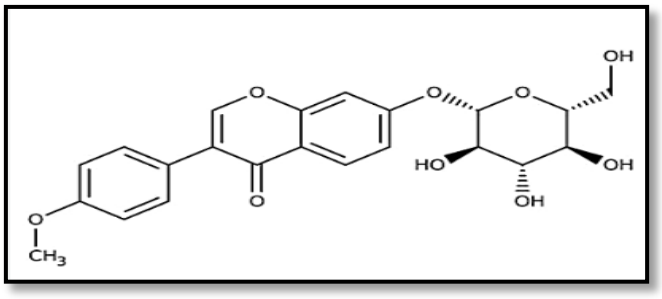
Fonte: Penina et al., (2023)

As leishmanioses são doenças causadas por protozoários do gênero *Leishmania,* transmitidas por meio de vetores flebotomíneos infectados. Essas doenças possuem um espectro grande de manifestações clínicas, e essas diferenças estão relacionadas à espécie de *Leishmania* envolvida (Daniele et al., 2011). Dentre os artigos selecionados pode-se notar estudos que relatam atividade antileishmania (Adriana et al., 2017; Ana et al., 2021 e Érica et al., 2021). Adriana e colaboradores investigaram os efeitos antileishmania do extrato etanólico, da fração hexânica e do seu principal isolado o composto majoritário Lupeol obtido das cascas do caule de P. insignis contra Leishmania (Leishmania) amazonenses, bem como sua citotoxicidade e possíveis mecanismos de ação. Em seus estudos o extrato, a fração e o lupeol inibiram o crescimento de formas promastigotas *de L. amazonenses em* IC_{50}, indicando uma citotoxicidade seletiva para o parasita e não para os macrófagos.

Ana e colaboradores investigaram o potencial cicatrizante *in vivo* em lesões cutâneas induzidas pela infecção com Leishmania amazonenses usando e 3 formulações tópicas uma contendo extrato hexânico das sementes da *P. insignis* 5%, outra contendo manteiga de bacuri industrializada 5% e uma terceira formulação livre de manteiga. As formulações apresentaram potencial antileishmania relevante comparados à formulação livre de manteiga, indicando grande potencial da atividade da *P. insignis* para o tratamento da leishmaniose cutânea. Érica e colaboradores avaliaram a atividade antileishmania, efeito citotóxico e padrões de ativação de macrófagos do extrato hidroalcoólico, frações de acetato de etila e mistura de morelloflavona/volkensiflavona de flores de *P. insignis*. Esse artigo destaca-se por apresentar uma produção científica extremamente completa, onde os seus autores analisaram uma série de efeitos do extrato, da fração e da mistura de biflavonas em Promastigotas de L. amazonenses, de Citotoxicidade e Hemólise, na infecção de macrófagos por L. amazonenses, determinação da atividade lisossômica e capacidade fagocítica e determinação da Produção de Nitrito.

O estudo conduzido Anderson et al., 2022 merece destaque, pois foi o único artigo dos selecionados onde seus autores fizeram, além de testes *in vitro* e *in vivo*, testes *in silico*. Os autores investigaram a atividade antifúngica da ononina (Figura 7), um glicosídeo isoflavona derivado da formononetina, por ensaios *in silico* e *in vitro*, e em *Tenebrio molitor* como modelo alternativo *in vivo* de infecção causada por *C. albicans*. Atividade Anti-Candida albicans foi realizada pela Concentração Inibitória Mínima. Essas concentrações (CIM) de ononina e fluconazol foram determinadas usando o teste padronizado de suscetibilidade à microdiluição antifúngica (teste *in vitro*). *Larvas de Tenebrio molitor* em estágio inicial (~ 200 mg) selecionadas com base na similaridade de tamanho e sem alterações aparentes de cor também foram usadas nos experimentos (*in vivo*). Houve um docking molecular com CaCYP51, onde foram testados ácido quínico, ononina, orientina, vitexina e fukugentina identificados por LC-ESI-IT-MS no extrato hidroetanólico e fração de acetato de etila de *P. insignis,* onde a interação entre ononina e CaCYP51 obteve melhores resultados (teste *in silico*).

Figura 7 – Estrutura química da ononina.

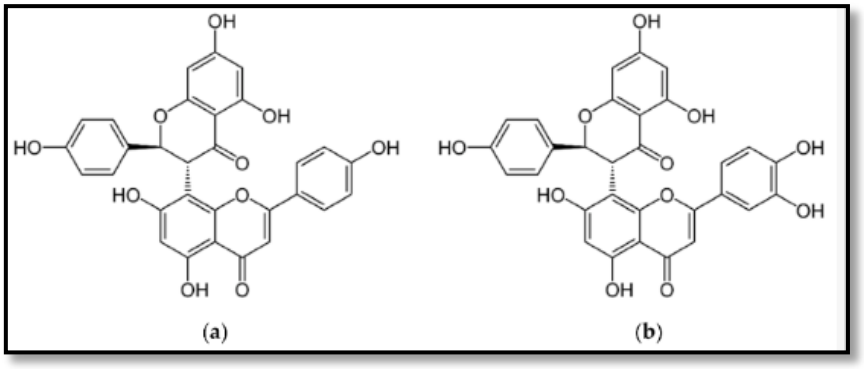


Fonte: Anderson et al., (2022)

O biflavonóide morelloflavona foi citado como princípio ativo por Andreia et al., 2021 e Andressa et al., 2023. Andreia e colaboradores caracterizaram pela primeira vez o perfil químico dos galhos de P. insignis, contribuindo para o estudo metabolômico da espécie. Os autores, com análise realizada por ESI-IT/MS, conseguiram identificar que *P. insignis* é altamente rico em polifenóis, com destaque para elevada quantidade de biflavonoides, que evidenciam um alto potencial fotoprotetor e antirradical. Já Andressa e colaboradores investigaram o efeito protetor de uma mistura das biflavonoides volkensiflavona e moreloflavona (Figura 8) obtidas de flores *de P. insignis* contra a letalidade induzida pelo brometo de etídio em cepas superprodutoras de bomba de efluxo de *Staphylococcus aureus*.

Também foi investigado as atividades antioxidantes da planta. Joaquim et al., 2017 avaliaram a composição química e as atividades antioxidante e toxicidade das frações diclorometano e acetato de etila do extrato etanólico da semente de *P. insignis* utilizando diferentes modelos experimentais. Através da análise por cromatografia gasosa/espectrometria de massa (GC/MS) do extrato etanólico obtiveram a identificação de sete compostos na fração acetato de etila e seis compostos na fração diclorometano, onde, o composto principal na fração de diclorometano das sementes de *P. insignis* é 1,3,5,6-tetrahidroxi-2-(2-metilbut-3-en-2-il)-7-(3-metilbut-2-enil) xanteno-9-ona. Já na fração acetato de etila, os compostos predominantes são alfa-mangostina (40,74%) e 1,3,5,6-tetrahidroxi-2-(2-metilbut-3-en-2-il) -7-(3-metilbut -2-enil) xanten-9-ona (40,11%).

Figura 8 – Estrutura química da mistura de biflavonas obtida do extrato hidroetanólico das flores de *Platonia insignis*: (a) volkensiflavona e (b) moreloflavona.



Fonte: Andressa et al., (2023)

A capacidade antioxidante foi determinada pelos ensaios DPPH, onde foram expressas como IC50, definida como a concentração do material de teste necessária para causar uma diminuição de 50% na concentração inicial de DPPH.

Antônio et al., 2020 e Emanuelly et al., 2022 também tiveram seus estudos voltados para as propriedades antioxidantes da planta. Antônio e colaboradores avaliaram os efeitos antioxidantes *in vitro*, efeitos toxicológicos e mutagênicos do triglicerol 2-oleil-1,3-dipalmitoil-glicerol (ODG). Para avaliar os efeitos antioxidantes foram realizados teste de inibição de radicais óxido nítrico (NO), teste de inibição de radicais hidroxila (OH) e o ensaio de peroxidação lipídica (TBARS). Já a toxicidade foi avaliada pelo teste de letalidade de Artemia salina e o ensaio toxigênico de Allium cepa o que demonstrou que ODG não apresentou toxicidade e não citotóxicos em baixas concentrações, mas em concentrações mais elevadas a substância ODG demonstrou leve toxicidade e citotoxicidade em comparação ao controle negativo e produziu efeito antioxidante pelos métodos *in vitro* utilizados. Já Emanuelly e colaboradores investigaram o perfil fitoquímico e antioxidante do extrato hidroalcoólico e frações de partição com hexano, diclorometano, acetato de etila obtidos das flores de *Platonia insignis*. Nesse estudo houve determinação dos teores de flavonoides e fenóis totais pelo método de Folin-Ciocalteau. O potencial antioxidante do extrato e frações das flores de *P. insignis* foi determinado analisando o decréscimo do radical DPPH, pelo potencial redutor do ferro, pela avaliação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico e pelo ensaio antioxidante *in vivo* em levedura *Saccharomyces cerevisiae.*

Com isso, nos artigos analisados, demonstraram que a *P. insignis* é eficaz no uso terapêutico e medicinal em diversos tipos de patologias, pois

demonstraram várias propriedades como antioxidante, anticonvulsivante, antileishmania, toxicológica, antifúngica, antivirulenta e cicatrizante.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso terapêutico e medicinal da *P. insignis* está relacionado diretamente a presença de metabólitos secundários, no qual, identificam-se vários grupos desses compostos como alcaloides, saponinas, xantonas, terpenos, benzofenonas, ácidos graxos e flavonoides. Essa rica fonte de grupos metabólitos proporcionou uma diversidade de efeitos, propriedades como antioxidante, antifúngica, cicatrizante, antileishmania, fotoprotetora entre outras, as quais tiveram comprovação em modelos de testes in vitro, in vivo e in silico, com resultados satisfatórios dentro dos parâmetros analisados.

Dessa maneira, conclui-se que a *P. insignis* é uma fonte valiosa com grande potencial no uso medicinal. Entretanto, é preciso que haja a condução de mais estudos para a comprovação da eficácia terapêutica, especialmente em seres humanos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao PPGQ-UESPI e a Profa. Dra. Valdiléia Teixeira Uchôa, que, através da sua orientação, viabilizou a produção da revisão aqui exposta e ao Grupo de Pesquisa de produtos Naturais da Universidade Estadual do Piauí.

REFERÊNCIAS

ARCANJO, D.D. et al., Garcinielliptone FC, uma benzofenona poliisoprenilada da Platonia insignis Mart., promove efeito vasorrelaxante na artéria mesentérica de ratos. Nat Prod Res Produto natural, 2014.

BENTES, M. H. S. et al., Estudo das sementes de bacuri. Acta Amazonica, Vol. 16/17, pp. 363-368, 1986.

BEZERRA, É.A. et al., Biflavonas de Platonia insignis Mart. Flores Promovem Efeitos Antileishmania e Imunomoduladores In Vitro contra Formas Amastigotas Internalizadas de Leishmania amazonensis. Patógenos, 2021.

CASTELO, K.F.A. et al., Estudo químico dos extratos ativos de bacuri (Platonia insignis), tede.ufam.edu.br, 2018.

CAVALCANTE, N.A. et al., Toxicidade, citotoxicidade, mutagenicidade e modelos antioxidantes *in vitro* de 2-oleil-1,3-dipalmitoil-glicerol isolado do extrato hexânico de sementes MART de *Platonia insignis*. Relatórios de Toxicologia – Elsevier, 2020.

CALZAVARA, B.B.G.; Fruteiras: abieiro, abricozeiro, bacurizeiro, biribazeiro, cupuaçuzeiro. IPEAN, Séries Culturas da Amazônia, Belém, p.63-68, 1970.

COSTA JÚNIOR, J. S. et al., Evaluation of possible anticonvulsant effects of ethyl acetate fraction frm Platonia insignis Mart. (Bacuri) on epilepsy models. Epilepsy & Behavior. Vol. 22, pp. 678-684, 2011.

COSTA JÚNIOR, J.S. et al., Propriedades citotóxicas e leishmanicidas da garcinielliptona FC, uma benzofenona prenilada de Platonia insignis. Nat Prod Res, 2013.

COSTA JÚNIOR, J.S .et al., Investigação de atividades biológicas de diclorometano e frações de acetato de etila de Platonia insignis Mart. semente. Basic Clin Pharmacol Toxicol, 2013.

CUNHA, A.S. et al., *Evidence-Based Complementary Altern. Med,* 2017

SAAD, G. A. et al.; Fitoterapia contemporânea: tradição e ciência na prática clínica. 2.ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

LIMA, G.M. et al., Efeitos da Manteiga de Semente de "Bacuri"(Platonia insignis Mart.) Nos Parâmetros Metabólicos em Hamsters com Hipercolesterolemia Induzida por Dieta. Complemento Alternativo Baseado em Evid Med, 2021.

LINDOSO, J.V.D.S. et al., Efeitos da manteiga de semente de "Bacuri"(*Platonia insignis* Mart.), uma fruta da Amazônia brasileira, no estresse oxidativo e nos parâmetros relacionados ao diabetes mellitus em ratos diabéticos. STZ. Biologia (Basileia), 2022.

LUSTOSA, A.K.M.F. et al., Avaliação imunomoduladora e toxicológica de sementes de frutos de Platonia insignis, espécie nativa da Floresta Amazônica brasileira. Revista Brasileira de …, 2016.

MENDES, M.B. et al., Evidência farmacológica de receptores α2-adrenérgicos no efeito hipotensor de Platonia insignis mart. J Med Alimentos, 2014.

NASCIMENTO, J.L. et al., Avaliação da atividade antioxidante in vitro do extrato hexânico da semente do bacuri (Platonia insignis Mart.) e de seu complexo de inclusão com β-ciclodextrina. Boletim Informativo Geum, v. 5, n. 2, p. 44-53, 2014.

PINHEIRO, E.E.A. et al., Estudo fitoquímico e potencial antioxidante das flores do bacurizeiro (Platonia insignis Mart). Editora Cientifica. Livro – fitoquimica-potencialidades-biologicas-dos-biomas-brasileiros-vol2, 2022.

RIBEIRO, D.C. et al., Bioflavonóides bioativos de resíduos de Platonia insignis (Bacuri) como compostos de valor agregado. Revista do Brasileiro…, 2021 - SciELO Brasil.

SILVA, A.G.A. et al., Composição química e atividades fotoprotetora e antiradicalar *in vitro* dos galhos de *platonia insignis* (clusiaceae), Quim. Nova 44 (08), 2021.

SILVA, A.F.D. et al., Atividade anti- *Candida albicans* de ononina e outros metabólitos secundários de *Platonia Insignis* MART. Metabólitos, 2022.

SILVA, A.F. et al., Atividades antifúngicas e antivirulentas do extrato hidroalcoólico e frações de folhas de *Platonia insignis* contra isolados vaginais de espécies de *Candida*. Patógenos, 2020.

SILVA, A.K.F. et al., Modulação da Resistência a Medicamentos por *Platonia insignis* Mart. Extrato, fração de acetato de etila e Morelloflavona/Volkensiflavona (Biflavonóides) em cepas *de Staphylococcus aureus* que superexpressam genes da bomba de efluxo. Curr Medicamento Metab, 2021.

SILVA, A.P.SC.L. et al., Estudos comportamentais e neuroquímicos em camundongos pré-tratados com garcinielliptona FC em convulsões induzidas por pilocarpina. Farmacologia Bioquímica e Comportamento, 2014.

SILVA, A.P. et al., Garcinielliptone FC: atividade antiparasitária sem citotoxicidade para células de mamíferos. Toxicol In Vitro, 2015.

SOUZA, A.C. et al., *Platonia insignis* Mart., uma planta amazônica brasileira: o extrato de casca do caule e seu principal constituinte, o lupeol, exercem efeitos antileishmania envolvendo a ativação de macrófagos. Complemento Alternativo Baseado em Evid Med, 2017.

YAMAGUCHI, K.K.L. et al., Química e farmacologia do bacuri (Platonia insignis). Scientia - scientia-amazonia.org, 2014.

CHAPTER XIV

QUALITY OF WORK LIFE: A REVIEW ON ASSESSMENT MODELS

QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO: UMA REVISÃO SOBRE OS MODELOS DE AVALIAÇÃO

DOI: 10.51859/amplla.sset.2124-14

Josiane Pereira da Silva [1]
Ana Claudia Granato Malpass [2]
Geoffroy Roger Pointer Malpass [2]

[1] Mestre em Inovação Tecnológica. Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica. Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM.
[2] Docentes do Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica. Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM.

ABSTRACT

Taking into account the growing concern with the topic and the assessment of quality of life at work; as well as that organizations have sought continuous improvement and increased productivity, which has encouraged the creation of theoretical models to evaluate this variable. Therefore, the objective of this study is to carry out a literature review on the topic of Quality of Life at Work (QWL) and its assessment models.

Keywords: Quality of life at work. Theoretical models. Bibliographic review.

RESUMO

Levando-se em consideração a preocupação crescente com o tema e a avaliação da qualidade de vida no trabalho; bem como que as organizações têm buscado um contínuo aperfeiçoamento e aumento da produtividade isso fomentou a criação de modelos teóricos para a avaliação desta variável. Assim, o objetivo deste estudo é realizar uma revisão bibliográfica acerca do tema Qualidade de Vida no Trabalho (QVT) e seus modelos de avaliação.

Palavras-chave: Qualidade de vida no trabalho. Modelos teóricos. Revisão bibliográfica.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, qualidade de vida é “a percepção do indivíduo de sua inserção na vida, no contexto da cultura e sistemas de valores nos quais ele vive e em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações”. Envolve o bem-estar espiritual, físico, mental, psicológico e emocional, além de relacionamentos sociais, como família e amigos e, também, saúde, educação, habitação, saneamento básico e outras circunstâncias da vida (USP, 2013).

As mudanças ocorridas ao longo do tempo, com a globalização e elementos diversos, tais como: alta tecnologia e condições subumanas, que muitos chamam de

pós-modernidade, tornou o trabalho ímpar e produziu, num mesmo cenário, sujeitos sociais coisificados e alienados, riqueza, melhoria na QV, sofrimento e doenças para uma multidão de trabalhadores. Esse cenário fez com que o discurso sobre a QV se tornasse o discurso patronal das últimas décadas, assim como fortaleceu a percepção de que os colaboradores são o ativo mais importante das organizações. Contudo, em muitos casos, o discurso não tem sido materializado no dia a dia dos trabalhadores (PEDROSO; PILATTI, 2010).

Tudo isso despertou a investigação de diversas áreas, sobre o tema QV, no ambiente de trabalho, o que originou um novo indicador: a QVT (PEDROSO; PILATTI, 2010). Esse tema ganhou ênfase após a Primeira Guerra Mundial, quando diversos fatores contribuíram para a necessidade de mudanças na forma de tratamento dos trabalhadores, que eram cobrados por produtividade a qualquer custo e a preocupação com eles era mais de cunho econômico que ético (FERREIRA; ALVES; TOSTES, 2009).

Dal Forno e Finger (2015) entendem que é a partir da definição de QV (Qualidade de Vida) que surge a definição de QVT (Qualidade de Vida no Trabalho), que se propõe a ser um conjunto de melhorias gerenciais e tecnológicas dentro das organizações, para além do bem-estar do indivíduo e os parâmetros de produtividade. Os autores ressaltam que ao longo dos anos as concepções sobre o tema se ampliaram; no início, o foco era variável e trazia uma percepção individualista, levando em consideração experiências pessoais de trabalho; estudos mais recentes já envolvem abordagens coletivas, colocando em foco a resolução de problemas de qualidade e produtividade.

Neste contexto e levando-se em consideração as colocações supramencionadas, essa revisão bibliográfica apresentar a evolução do conceito, histórico e definição de QVT, bem como os modelos teóricos de QVT mais difundidos na literatura.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Evolução do conceito, histórico e definição de QVT

O termo QVT, segundo Ferreira (2013), foi utilizado pela primeira vez, em 1950, por Eric Trist e outros pesquisadores do Instituto Tavistock, em Londres, no desenvolvimento da abordagem sociotécnica da organização do trabalho, com enfoque em melhorar a produtividade, reduzir conflitos e tornar a vida dos

trabalhadores menos penosa, levando em consideração a tríade indivíduo, trabalho e organização, com base na análise e reestruturação das tarefas. O movimento pela QVT surgiu com o intuito de possibilitar o equilíbrio entre o indivíduo e a organização, analisando tanto as exigências e necessidades da tecnologia como as do trabalhador, ou seja, deveria haver uma adaptação dos cargos aos trabalhadores e à tecnologia da organização (FERREIRA, 2013).

Anos mais tarde, já na década de 1960, o movimento pela QVT ganhou força quando, no campo da administração, desenvolveu-se a teoria contingencial, que tinha como preceito básico a inexistência de um modelo único de gestão e de estrutura organizacional, vale dizer, cada organização possui características distintas e são influenciadas pelo seu entorno (FERREIRA, 2013). Foi a partir de então, sobretudo nos Estados Unidos, que os trabalhadores começaram a ter maior atenção, aumentando a preocupação com os impactos do emprego na saúde e no bem-estar dos trabalhadores (FERREIRA, 2013).

Vale ressaltar aqui, a origem da palavra trabalho, ensinada por Ferreira (2013, p. 112):

> A origem etimológica da palavra trabalho vem do latim e significa *tripalium*, instrumento de tortura. Ao realizar uma retrospectiva histórica, é possível associar o trabalhador à figura de escravo, servo, imigrante, ou seja, as pessoas que, em épocas distintas, ficavam à margem da sociedade. Com o passar do tempo, houve uma modificação no significado do trabalho, que vem perdendo a associação ao sofrimento para ser uma fonte de satisfação e realização.

A partir de 1974, houve uma queda no interesse de estudos que abordavam a QVT, devido à crise do petróleo e o processo inflacionário, o que ocasionou reflexo em todos os países do mundo capitalista. Naquele período, as organizações deixaram seus funcionários em segundo plano. Em 1979, com o fim dos conflitos energéticos e a inflação controlada, o tema QVT foi retomado, como consequência da perda de produtividade da indústria americana para a concorrência japonesa (ROSALINO; BARDAGI, 2008).

Já na década de 1980, segundo Batista et al. (2022), o tema ressurgiu com força total, com os estudos de Huse e Cumings, com a pressão popular advinda das lutas e movimentos sociais que exigiam uma reestruturação na área do trabalho. Assim, os estudos sobre QVT ampliaram a discussão para além da limitação da jornada e da ergonomia, trazendo à discussão outros aspectos, tais como: o uso da criatividade e maior participação nas decisões sobre o ambiente de trabalho.

Na década de 1990, organizações de diversos países se propuseram a seguir o movimento, vislumbrando que condições de trabalho melhores impactariam, de forma positiva, o desempenho do indivíduo, tornando-as, assim, mais competitivas (AMÂNCIO; MENDES; MARTINS, 2021). Desta forma, iniciou-se o conceito atual de QVT que engloba, além das condições físicas do ambiente de trabalho, a humanização do trabalho e o atendimento às aspirações e necessidades humanas (ALMEIDA; GIOTTI; BARROS, 2019).

Apesar de haver diversas versões sobre a origem do tema QVT e seus conceitos, que sofreram mudanças e evoluções no decorrer do tempo, conhecê-los em diferentes interpretações é importante para a compreensão e a aplicação de programas que favoreçam a satisfação do trabalhador (CUNHA, 2021). Embora o conceito global de QVT, não tenha uma definição consensual, ele está baseado na ideia de humanização do trabalho e responsabilidade da organização e envolve, além dos atos legislativos que protegem o colaborador, o atendimento às necessidades e aspirações humanas (BÚRIGO, 1997).

Corrobora com esse pensamento, Fernandes (1996) que entende que embora os autores possam atribuir enfoques diferentes para conceituar QVT, em todos eles existe um elemento comum referente à conciliação dos interesses dos indivíduos e das organizações, ou seja, a QVT pretende ao mesmo tempo, promover a satisfação do trabalhador e melhorar a produtividade da empresa.

Lacaz (2000) prioriza duas questões sobre QVT: a melhoria da qualidade de vida geral, como uma aspiração básica do ser humano, buscando evitar angústias no ambiente de trabalho e maior participação do trabalhador nas decisões sobre sua vida profissional, incluindo seu plano de carreira, suas motivações, seus direitos e deveres, entre outros, com isso busca-se reduzir as doenças e acidentes relacionados diretamente ao ambiente de trabalho. E como bem destaca Paula et al. (2022), com um mercado de trabalho cada vez mais disputado e competitivo, é necessário que as organizações que pretendem se destacar, ser referência e alçar vantagens competitivas não podem se ater somente à modernização de seus equipamentos e processo, elas devem investir, primordialmente, em seu capital humano.

O investimento no capital humano é fator preponderante para o alcance dos resultados esperados por parte das instituições, visto que os funcionários são peças-chave no desenvolvimento das atividades da empresa e contribuem, diretamente, para o alcance dos objetivos propostos pelo empregador (PAULA et al., 2022). Nesse

sentido, a QVT só se torna perceptível quando as empresas tomam consciência de que os funcionários são fundamentais, e devem ser vistos como um todo (ALVES, 2011).

Chiavenato (2020, p. 170) corrobora:

> [...] a QVT busca uma visão integral e ética do ser humano em seu relacionamento com as organizações. Ela tem sido utilizada como indicador das experiências humanas no local de trabalho e do grau de satisfação das pessoas que desempenham o trabalho. O conceito de QVT implica profundo respeito pelas pessoas. Para alcançar níveis elevados de qualidade e produtividade, as organizações precisam de pessoas motivadas, que participem ativamente nos trabalhos que executam e que sejam adequadamente recompensadas pelas suas contribuições. A competitividade organizacional – e obviamente, a sua qualidade e produtividade – passam obrigatoriamente pela QVT. Para bem atender ao cliente externo, a organização não deve esquecer o cliente interno. Para satisfazer o cliente externo, as organizações precisam antes satisfazer os seus colaboradores responsáveis pelo produto ou serviço oferecido.

A premissa maior do conceito dos programas de QV, é que somente se melhora o que se pode medir, ou seja, é preciso medir para melhorar, portanto, torna-se necessário avaliar, de forma sistemática, a satisfação dos trabalhadores sobre os fatores intervenientes na sua qualidade de vida, no ambiente de trabalho, e o processo que permeia a subjetividade são de grande importância para detectar tal percepção (CAMPOS, 1992). As práticas de valorização do potencial humano, acrescidas do elevado grau de envolvimento e comprometimento da gestão em buscar, de fato, implantar programas de QVT podem levar à valorização adequada do trabalho e à elevação do nível de motivação/satisfação dos colaboradores, bem como à participação decisiva de produtividade e competitividade das organizações (PIZZOLATO; MOURA; SILVA, 2013).

É necessário conhecer e considerar a QVT como uma gestão dinâmica e contingencial, antes de se planejar programas ou ações que a envolvam, visto que, dependendo do contexto em que estão inseridas, mudam-se as pessoas e as organizações (BÚRIGO, 1997). Portanto, um ambiente de trabalho com uma gestão dinâmica e contingencial, que leva em consideração fatores físicos, sociológicos, psicológicos e tecnológicos na organização do próprio trabalho, torna-se saudável e mais propício ao aumento da produtividade, o que reflete, diretamente, no comportamento do funcionário no atendimento aos clientes e no contato com fornecedores (FREITAS; SOUZA, 2009).

2.2 Modelos teóricos de QVT

Ao longo das últimas décadas tem se observado que o tema QVT tem sido abordado sob diversos aspectos; as questões relacionadas a esse tema são amplas, desafiadoras e fortemente influenciadas por fatores organizacionais e sociais vigentes à época da realização do estudo. Isso contribuiu para que diversos modelos fossem desenvolvidos (FREITAS; SOUZA, 2009). A análise e o acompanhamento dos indicadores desses modelos podem auxiliar no desenvolvimento e aumento dos potenciais operacionais, estratégicos e gerenciais para as práticas ligadas à QVT (PANDOLFI; CAREGNATTO, 2014).

2.2.1 Modelo de Walton (1973)

Richard E. Walton (1973) foi o primeiro estadunidense a iniciar a linha de pesquisa QVT, sob a ótica organizacional; é considerado o precursor do movimento de humanização (CUNHA, 2021). Seu modelo de QVT é amplamente utilizado, impulsionou as pesquisas nesse assunto (KLEIN; PEREIRA; LEMOS, 2019) e tem como enfoque a priorização dos fatores que interferem de forma significativa no trabalho desempenhado pelo colaborador em seu ambiente de trabalho (PEREIRA; ROCKENBACH, 2014). É constituído pelo maior número de dimensões – oito, assim descritas por Chiavenato (2020, p. 171):

> •Compensação justa e adequada: a justiça distributiva de compensação depende da adequação da remuneração ao trabalho que a pessoa realiza, da equidade interna (equilíbrio entre as remunerações dentro da organização) e da equidade externa (equilíbrio com as remunerações do mercado de trabalho).
>
> •Condições de segurança e saúde no trabalho: envolvendo as dimensões: jornada de trabalho e ambiente físico adequado à saúde e bem-estar da pessoa.
>
> •Utilização e desenvolvimento de capacidades: no sentido de proporcionar oportunidades de satisfazer as necessidades de utilização de habilidades e competências do colaborador, desenvolver sua autonomia, autocontrole e de obter informações sobre o processo total do trabalho, bem como retroinformação quanto ao seu desempenho.
>
> •Oportunidades de crescimento contínuo e segurança: no sentido de proporcionar possibilidades de carreira na organização, crescimento e desenvolvimento pessoal e de segurança no emprego de forma duradoura.
>
> •Integração social na organização: envolvendo eliminação de barreiras hierárquicas marcantes, apoio mútuo, franqueza interpessoal e ausência de preconceito.
>
> •Constitucionalismo: refere-se ao estabelecimento de normas e regras da

organização, direitos e deveres do colaborador, recursos contra decisões arbitrárias e um clima democrático dentro da organização.

•Trabalho e espaço total de vida: o trabalho não deve absorver todo o tempo e energia do colaborador em detrimento de sua vida familiar e particular, de seu lazer pessoal e atividades comunitárias.

•Relevância social da vida no trabalho: o trabalho deve ser uma atividade social que traga orgulho para a pessoa em participar de uma organização. A organização deve ter uma atuação e uma imagem perante a sociedade, responsabilidade social, responsabilidade pelos produtos e serviços oferecidos, práticas de emprego, regras bem definidas de funcionamento e de administração eficiente.

Estas dimensões enfatizam o trabalho como um todo, não se limitando a abordar somente o ambiente de trabalho em si, mas também os aspectos presentes na vida não laboral, elas não são dispostas em ordem de prioridade, portanto, cada uma delas possui a mesma importância na QVT (PEDROSO; PILATTI, 2010).

Quando se contemplam estas oito categorias, por Walton denominadas como “critérios” (PEDROSO; PILATTI, 2010), o trabalhador possui uma tendência para um sentimento de bem-estar, principalmente quando possui um alto desempenho no seu labor, o que é denominado como motivação interna, isso contribui para a manutenção ou melhoramento do seu comportamento para se manter satisfeito, gerando um maior comprometimento com a instituição (WALTON, 1973).

Este modelo é considerado, mesmo após quatro décadas da sua publicação, o mais utilizado para subsidiar pesquisas, quantitativas e qualitativas, na área de QVT. E no Brasil, é utilizado em grande escala, superando os demais, e é considerado o modelo mais completo, sendo utilizado, principalmente, por estudiosos da administração de recursos humanos e da psicologia organizacional (PEDROSO; PILATTI, 2010).

2.2.2 Modelo de Hackman e Oldhan (1975)

Os psicólogos, J. Richard Hackman e Greg R. Oldhan são considerados pioneiros em estudos sobre o sentido do trabalho e sua relação com a qualidade de vida (CUNHA, 2021). O modelo inicial desses autores fundamentou-se em um padrão teórico, de Hackman e Lawler, divulgado em 1971; foi reestruturado e acrescido da operacionalização dos indicadores propostos, que resultou no instrumento de avaliação da QVT de Hackman e Oldhan, publicado, sob a forma de relatório técnico, em 1974, e, também, na forma de artigo científico em 1975 (PEDROSO; PILATTI, 2010).

Os autores apresentaram um modelo de QVT mais aprimorado, com sete dimensões, assim descritas por Chiavenato (2020, p. 171):

> •Variedade de habilidades: o trabalho deve requerer várias e diferentes habilidades, conhecimentos e competências da pessoa.
>
> •Identidade da tarefa: o trabalho deve ser realizado do início até o fim, para que a pessoa possa perceber que produz um resultado palpável e integrado.
>
> •Significado da tarefa: a pessoa deve ter uma clara percepção de como o seu trabalho produz consequências e impactos sobre o trabalho das outras.
>
> •Autonomia: a pessoa deve ter responsabilidade pessoal para planejar e executar as suas tarefas, autonomia própria e independência para desempenhar.
>
> •Retroação do próprio trabalho: a tarefa deve proporcionar informação de retorno à pessoa para que ela própria possa auto avaliar o seu desempenho.
>
> •Retroação extrínseca: deve haver o retorno proporcionado pelos superiores hierárquicos ou clientes a respeito do desempenho na tarefa.
>
> •Inter-relacionamento: a tarefa deve possibilitar contato interpessoal do ocupante com outras pessoas ou com clientes internos e externos.

Eles entendem que essas dimensões são determinantes da QVT, por oferecerem recompensas essenciais que produzem satisfação no trabalho e, consequentemente, automotivação para as pessoas trabalharem. O modelo proposto utiliza o diagnóstico do trabalho, que se baseia em um inventário das características do trabalho para medir o grau de satisfação e motivação interna como diagnóstico da QVT (CHIAVENATO, 2020).

2.2.3 Modelo de Westley (1979)

O modelo de QVT de William A. Westley, foi publicado em 1979 nos Estados Unidos, com ênfase na abordagem sociotécnica, em que realizou uma retrospectiva histórica do ambiente de trabalho (PEDROSO; PILATTI, 2010), trazendo quatro indicadores fundamentais para a abordagem da QVT, quais sejam: econômico, político, psicológico e sociológico (NOGUEIRA; CARDOSO; CARNEIRO, 2022). De acordo com Westley (1979) esses indicadores trazem problemas ao ambiente laboral e devem ser analisados individualmente, a fim de buscar soluções.

Neste sentido, a QVT é alcançada quando os locais de trabalho se tornam humanizados, minimizando os quatro indicadores-problemas: econômico, que diz respeito à injustiça/desigualdade salarial; o político que diz respeito à insegurança/instabilidade no emprego; o psicológico que diz respeito à

alienação/baixa autoestima e o sociológico que diz respeito à anomia/carência de uma legislação trabalhista (PEDROSO; PILATTI, 2010).

Embora Westley tenha se atentado para identificar as causas e consequências de cada problemática e apresentar possíveis soluções para que elas se extingam, ele não se preocupou em levantar demais indicadores da QVT para tais dimensões, ateve-se, somente, em abordar a principal problemática das dimensões econômica, política, psicológica e sociológica; outrossim, conduz o entendimento, no sentido de que, a qualidade de vida é uma condição binária, ou seja, pode existir ou não, o que impossibilitou a existência de classificações intermediárias (PEDROSO; PILATTI, 2010).

2.2.4 Modelo de Werther e Davis (1983)

O modelo de QVT de Werther e Davis, segundo Freitas e Souza (2009), tem como objetivo tornar os cargos mais produtivos e satisfatórios, visto que representam uma fonte de renda que satisfazem as demandas das pessoas. Para os autores desse modelo, diversos fatores influenciam a QVT, dentre eles: a supervisão, as condições de trabalho, o pagamento, os benefícios e o projeto do cargo. Contudo, é este último fator que envolve com mais intensidade o trabalhador, pois entendem que os cargos são o elo entre as pessoas e a organização. Portanto, é necessário que os cargos sejam bem projetados, afim de que as organizações possam obter uma força de trabalho em consonância com os objetivos organizacionais e ao mesmo tempo uma alta QVT (WERTHER; DAVIS, 1983).

Ressalte-se que, nas organizações, o departamento de pessoal, dentre outras funções, possui o desafio de melhorar a QVT de seus funcionários, levando-se em consideração sua opinião e participação. Para isso, é necessário conhecimento sobre o projeto do cargo, para que seja possível responder aos desafios ambientais, comportamentais e organizacionais, que são elementos que, também, influenciam tanto o projeto do cargo, como a QVT (WERTHER; DAVIS, 1983).

Assim, para evitar a criação de cargos que propicie um elevado grau de insatisfação, os gestores não devem projetar cargos para suprir seus objetivos pessoais, e sim, os objetivos organizacionais, levando-se em consideração os elementos supramencionados. Desta forma, proporcionando maiores índices de motivação e satisfação, e, por conseguinte, uma melhor QVT aos ocupantes do cargo (PEDROSO; PILATTI, 2010).

Pedroso e Pilatti (2010), todavia, ressaltam que os elementos comportamentais do projeto de cargo sugerem que seja concedida maior autonomia, variedade, identidade da tarefa e retro informação, ao passo que os elementos organizacionais pregam uma maior especialização e menor autonomia, variedade, identidade da tarefa e retro informação. Ou seja, nessa perspectiva, os cargos mais eficientes serão insatisfatórios, enquanto os cargos satisfatórios serão ineficientes. Diante disso, os autores entendem que essa situação constitui um grande problema aos projetistas de cargo. E corroboram ainda no sentido de que ao se projetar um cargo, que as permutas existentes entre os elementos comportamentais e organizacionais sejam levadas em consideração, de forma a evitar que um fator anule o outro.

2.2.5 Modelo de Nadler e Lawler (1983)

De acordo com Chiavenato (2020, p. 170) para Nadler e Lawler, a QVT está fundamentada em quatro aspectos, assim descritos por ele:

> • Participação dos colaboradores: nas decisões que os afetam.
>
> • Reestruturação do trabalho: por meio do enriquecimento de tarefas e da adoção de grupos autônomos de trabalho.
>
> • Inovação no sistema de recompensas: para influenciar o clima organizacional.
>
> • Melhoria no ambiente de trabalho: quanto a condições físicas e psicológicas e flexibilidade no horário e local de trabalho.

Por sua vez, Pedroso e Pillati (2010) informam que os autores partem do preceito de que a variável QVT deveria ser claramente definida em um conceito que expresse o seu real significado, diante disso, buscaram no período de 1959 a 1982, um conceito particular para cada contexto, como mostra o Quadro 1. Em síntese, Nadler e Lawler recomendaram, para a efetividade de um programa de QVT, uma série de fatores inter-relacionados e, apresentaram, nessa perspectiva, uma estrutura que deve ser observada na condução de implantação desses programas, priorizando conceituar teoricamente a variável QVT através de uma análise espaço-temporal, em diferentes contextos e distintas concepções ao longo do tempo, o que passou a ser o objeto mais valorizado desses estudiosos (PEDROSO; PILATTI, 2010).

Os modelos supramencionados, embora tenham sido desenvolvidos há mais de três décadas, ainda, continuam sendo considerados influenciadores e considerados em estudos recentes que buscam avaliar a QVT e/ou identificar fatores

que a influenciam, principalmente, em estudos exploratórios (FREITAS; SOUZA, 2009). O Quadro 2 sintetiza os modelos teóricos internacionais para a avaliação da QVT.

Quadro 1 – Evolução do conceito de QVT

Concepções evolutivas da QVT	Características ou visão
QVT como uma variável (1959-1972)	Reação do indivíduo ao trabalho. Era investigado como melhorar a qualidade de vida no trabalho para o indivíduo.
QVT como uma abordagem (1969-1974)	O foco era o indivíduo antes do resultado organizacional; mas, ao mesmo tempo tendia a trazer melhorias tanto ao empregado como ao empregador.
QVT como um método (1972-1975)	Ênfase em abordagens, métodos ou técnicas para melhorar o ambiente de trabalho e torna-lo mais produtivo e satisfatório. QVT era vista como sinônimo de grupos autônomos de trabalho, enriquecimento de cargo ou desenho de novos planejamentos com integração social e técnica.
QVT como um movimento (1975-1980)	Declaração ideológica sobre a natureza do trabalho e as relações dos trabalhadores com a organização. Os termos “administração participativa” e “democracia industrial” eram frequentemente ditos como ideais do movimento de QVT.
QVT como tudo (1979-1982)	Tida como panaceia contra a competição estrangeira, problemas de qualidade, baixas taxas de produtividade, problemas de queixas e outros problemas organizacionais.
QVT como nada (futuro)	No caso de alguns projetos de QVT fracassarem no futuro, ela será vista apenas como um “modismo” passageiro.

Fonte: Nadler e Lawler (1983, apud FERNANDES, 1996).

Quadro 2 – Resumo dos modelos teóricos internacionais para a avaliação da QVT

MODELO	CRITÉRIOS
Walton (1973)	Compensação justa e adequada
	Condições de segurança e saúde no trabalho
	Utilização e desenvolvimento de capacidades
	Oportunidades de crescimento contínuo e segurança
	Integração social na organização
	Constitucionalismo
	Trabalho e espaço total de vida
	Relevância social da vida no trabalho
Hackman e Oldhan (1975)	Variedade de habilidade
	Identidade da tarefa
	Significado da tarefa
	Autonomia
	Retroação do próprio trabalho
	Retroação extrínseca
	Inter-relacionamento
Westley (1979)	Econômico
	Político
	Psicológico
	Sociológico
Werther e Davis (1983)	Supervisão
	Condições de trabalho
	Pagamento
	Benefícios

MODELO	CRITÉRIOS
	Projeto do cargo
	Ambientais
	Comportamentais
	Organizacionais
Nadler e Lawler (1983)	Participação dos colaboradores
	Reestruturação do trabalho
	Inovação do sistema de recompensas
	Melhorias no ambiente de trabalho

Fonte: Autoria própria.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O termo QVT, como visto, é composto por aspectos sociais, organizacionais, ambientais, políticos, psicológicos, dentre outros, que se relacionam e estão diretamente ligados aos índices de desempenho e produtividade. A busca pela QVT tem sido uma preocupação constante e crescente de todas as organizações, tendo em vista que o capital humano e sua plena satisfação na realização do seu trabalho é essencial para o alcance dos objetivos organizacionais. E para isso é mister que as organizações avaliem a percepção de seus trabalhadores, a fim de se identificarem seus pontos positivos e negativos, desta forma será possível traçar estratégias de melhoria na satisfação de seus colaboradores com o seu trabalho e assim alcançar maior produtividade e satisfação, também, para seus clientes.

Diante da subjetividade na conceituação do termo QVT, foram desenvolvidos modelos teóricos distintos para a avaliação desta variável, a fim de direcionar as organizações em ações que procurem manter suas equipes saudáveis, satisfeitas e motivadas em sua jornada de trabalho, consequentemente assegurando o bom desempenho do trabalho e o alcance das metas da empresa. Os modelos teóricos citados neste estudo, são pioneiros e amplamente utilizados, apesar de terem sido propostos há mais de duas décadas. Diversos estudiosos, dentre eles Pedroso, Pilatti (2010); Pizzolato, Moura, Silva (2013); Cunha (2021) corroboram que o modelo de Walton é o mais abrangente e com o maior número de critérios. Contudo, Pedroso e Pilatti (2010) chamam a atenção para a validação destes instrumentos a partir da população dos Estados Unidos, que difere muito da cultura da sociedade brasileira e ressaltam que cada um dos modelos apresenta vantagens e desvantagens, o que deve ser analisado antes da opção de utilização por um dos modelos.

4 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG – processo PPM 00147-17) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. N.; GIOTTI, L.; BARROS, A. D. M. de. Análise da qualidade de vida no trabalho em uma instituição pública de ensino. Revista de Carreiras e Pessoas, v. 9, n. 3, 2019.

ALVES, E. F. Programas e ações em qualidade de vida no trabalho. INTERFACEHS-Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 6, n. 1, p. 60-78, 2011.

AMÂNCIO, D. L. P.; MENDES, D. C.; MARTINS, S. Qualidade de vida no trabalho nas organizações públicas brasileiras: uma revisão integrativa da literatura. Teoria e Prática em Administração, v. 11, n. 2, p. 88-102, 2021.

BATISTA, M. H.; NETO, M. T. R.; PARDINI, D. J; GOULART, I. B. A produção científica sobre qualidade de vida no trabalho no período de 1995 a 2020 nas bases: CAPES, EBSCO HOST e SPELL. Revista Eletrônica Gestão e Serviços, v. 12, n. 1, p. 3382-3411, 2022.

BÚRIGO, C. C. D. Qualidade de vida no trabalho. Revista de ciências humanas, Florianópolis, SC, v. 15, n. 22, p. 90-111, 1997.

CAMPOS, V. F. TQC – Controle da qualidade total. 2. ed. São Paulo: Bloch, 1992.

CHIAVENATO, I. Gestão de Pessoas - O Novo Papel da Gestão do Talento Humano. 5º ed. Grupo GEN, 2020.

CUNHA, S. O. de. Qualidade de vida no trabalho: análise de teorias e modelos de avaliação. Integrare: Revista Científica da Faculdade Estácio de Teresina, v. 2, n. 1, 2021.

DAL FORNO, C.; FINGER, I. da R. Qualidade de vida no trabalho: conceito, histórico e relevância para a gestão de pessoas. Revista brasileira de qualidade de vida, v. 7, n. 2, p. 103-112, 2015.

FERNANDES, E. C. Qualidade de Vida no Trabalho: como medir para melhorar. Salvador: Casa da Qualidade, 1996.

FERREIRA, M. C.; ALVES, L.; TOSTES, N. Gestão de Qualidade de Vida no Trabalho (QVT) no serviço público federal: o descompasso entre problemas e práticas gerenciais. Psicologia: teoria e pesquisa, v. 25, p. 319- 327, 2009.

FERREIRA, P. I. Série MBA - Gestão de Pessoas - Clima Organizacional e Qualidade de Vida no Trabalho, Grupo GEN, 2013.

FREITAS, A. L. P.; SOUZA, R. G. B. de. Um modelo para avaliação da qualidade de vida no trabalho em universidades públicas. Sistemas & Gestão, Niterói, RJ, v. 4, n. 2, p. 136-154, 2009.

KLEIN, L. L.; PEREIRA, B. A. D.; LEMOS, R. B. Qualidade de vida no trabalho: parâmetros e avaliação no serviço público. RAM. Revista de Administração Mackenzie, v. 20, 2019. DOI:

LACAZ, F. A. de C. Qualidade de vida no trabalho e saúde/doença. Ciência & Saúde Coletiva, v. 5, p. 151-161, 2000.

NOGUEIRA, N. M.; CARDOSO, L. M. B. B.; CARNEIRO, M. P. Avaliação da qualidade de vida no trabalho: estudo de caso em uma instituição de ensino superior pública. XLVI Encontro da ANPAD – EnANPAD 2022. Disponível em: http://anpad.com.br/uploads/articles/120/approved/3f78fa1cdb0e2fda88c2a935950ffdf1.pdf. Acesso em: 22 maio 2023.

PANDOLFI, G.; CAREGNATTO, M. I. M. Fatores que impactam na qualidade de vida no trabalho dos funcionários de uma empresa do ramo financeiro de Caxias do Sul. Revista Global Manager Acadêmica, Caxias do Sul, RS, v. 3, n. 1, p. 149-168, 2014.

PAULA, M. V. de.; MARQUES, A. L.; BERALDO, D. F. A.; COUTO, L. C. do.; GONÇALVES, I. B.; GONÇALVES, V. B. Os níveis de qualidade de vida no trabalho a partir dos modelos de Walton (1973) e Hackman e Oldham (1975): estudo em uma Instituição Federal de Ensino do estado de Minas Gerais. Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL, p. 139-161, 2022.

PEDROSO, B.; PILATTI, L. A. Revisão literária dos modelos clássicos de avaliação da qualidade de vida no trabalho: um debate necessário. In: VILARTA, Roberto; GUTIERREZ, Gustavo Luís; MONTEIRO, Maria Inês (Org.). Qualidade de vida: evolução dos conceitos e práticas no século XXI. Campinas, SP: Ipês, p. 197-206, 2010. Disponível em: https://www.fef.unicamp.br/fef/sites/uploads/deafa/qvaf/evolucao_completo.pdf. Acesso em: 22 maio 2023.

PEREIRA, D. C.; ROCKENBACH, C. W. Qualidade de vida no trabalho: um estudo com servidores da Secretaria Municipal de Saúde do Município de Independência/RS. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul, Departamento de Ciências Administrativas, Contábeis, Econômicas e da Comunicação. Santa Rosa, 2014. Disponível em: http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/2863. Acesso em: 22 maio 2023.

PIZZOLATO, B. P.; MOURA, G.L. de; SILVA, A. H. Qualidade de vida no trabalho: uma discussão sobre os modelos teóricos. Contribuciones a la Economía, [S. l.], v. 4, p. 1-16, 2013.

ROSALINO, C. B.; BARDAGI, M. P. Percepções de funcionários de uma empresa de transporte urbano sobre qualidade de vida no trabalho. Barbarói, Santa Cruz do Sul, RS, Ano 2008/2, n. 29, p. 120-137, 2008.

USP – Universidade de São Paulo (Brasil). Escola de Artes, Ciências e Humanidades. Qualidade de vida. Secretaria de Saúde do Distrito Federal. 5 passos para uma

melhor qualidade de vida: uma meta ao seu alcance (folder). 2013. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/dicas/260_qualidade_de_vida.html. Acesso em: 22 maio 2023.

WALTON, R. E. Quality of working life: what is it. Sloan Management Review, v. 15, n. 1, p. 11-21, 1973.

WERTHER, B. W.; DAVIS, K. Administração de Pessoal e Recursos Humanos: A Qualidade de Vida no Trabalho. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

WESTLEY, W.A. Problems and Solutions in the quality of working life. Human relations, v. 32, n. 2, p. 111-123, 1979.

CHAPTER XV

THE CHALLENGES AND POTENTIAL OF COLLECTIVE ACTION IN SOCIAL MOVEMENTS: AN ANALYSIS IN THE LIGHT OF MANCUR OLSON

DESAFIOS E POTENCIAIS DA AÇÃO COLETIVA DOS MOVIMENTOS SOCIAIS: UMA ANÁLISE À LUZ DE MANCUR OLSON[1]

DOI: 10.51859/amplla.sset.2124-15

Andre Luiz de Souza [1]
Miguel Ângelo Lazzaretti [2]

[1] Sociólogo, doutorando em Sociologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Integrante GEPAD: www.ufrgs.br/agrifood - ORCID: https://orcid.org/0000-0002- 2283-5274.
[2] Doutor em Sociologia pela Universidade Federal da Paraíba e Professor Adjunto da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE – Campus de Toledo. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7218-9733.

ABSTRACT

In this article, we present a valuable contribution to the dialog on the interpretation of collective action within the Landless Workers' Movement (MST), from the perspective of the renowned American economist Mancur Olson. The methodological approach adopted involves an extensive bibliographical review not only of Olson's work, but also of relevant contemporary authors in the field. By examining the MST's proposals for collective action, the study reveals the complexity involved in getting most settlers to adhere to its projects, highlighting the challenges and strategies adopted. The meticulous analysis carried out identifies the intricate factors that can both hinder and favor this acceptance, based on the movement's fundamental theoretical-ideological principles, thus enriching the general understanding of this social and political context.

Keywords: Collective action. MST. Settlements. Agrarian reform. Mancur Olson.

RESUMO

Este artigo apresenta uma valiosa contribuição ao diálogo sobre a interpretação da ação coletiva dentro do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), sob a perspectiva do renomado economista americano Mancur Olson. A abordagem metodológica adotada envolve uma extensa revisão bibliográfica não apenas do trabalho de Olson, mas também de autores contemporâneos relevantes na área. Ao examinar as propostas de ação coletiva do MST, o estudo revela a complexidade envolvida na obtenção da adesão da maioria dos assentados aos seus projetos, destacando os desafios e as estratégias adotadas. A análise meticulosa realizada identifica os intrincados fatores que podem tanto dificultar quanto favorecer essa aceitação, fundamentados nos princípios teórico-ideológicos fundamentais do movimento, enriquecendo, assim, a compreensão geral desse contexto social e político.

Palavras-chave: Ação coletiva. MST. Assentamentos. Reforma Agrária. Mancur Olson

[1] Este texto foi inicialmente publicado em 2007, em forma de artigo, na Revista Tempo da Ciência, v. 14, p. 73-88, intitulado *Fatores Inibidores e Facilitadores na Produção de Ações Coletivas em Assentamentos de Reforma Agrária do MST*. Esta nova versão conta com atualizações na problemática e aprimoramentos nas referências teóricas, fornecendo uma melhor compreensão contemporânea sobre as ações coletivas promovidas pelo MST.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta uma valiosa contribuição ao diálogo sobre a interpretação da ação coletiva dentro do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), a partir do ponto de vista do economista americano Mancur Olson e de autores contemporâneos que discutem os fatores que podem tanto inibir quanto facilitar a ação coletiva, especialmente em um contexto complexo que envolve uma organização multifacetada com relação aos interesses e os objetivos dos participantes do MST. A análise desses fatores inibidores e facilitadores da ação coletiva no contexto específico do MST é fundamental para compreender a dinâmica interna desse movimento social, suas motivações, seus desafios e suas estratégias de mobilização. A abordagem desses elementos na análise da ação coletiva revela a complexidade e a diversidade de influências que moldam o engajamento e a atuação dos participantes do MST, contribuindo para uma compreensão mais abrangente e aprofundada da dinâmica desse movimento social tão significativo.

O MST se destaca como um agente de transformação nas relações de produção da sociedade rural brasileira, com uma visão unificada como catalisador de mudanças sociais. No entanto, a realidade revela que nem tudo ocorre conforme essa narrativa. O MST enfrenta consideráveis resistências em seu projeto inovador, que busca reformular as estratégias de produção e as interações sociais nos assentamentos e na agricultura familiar brasileira. Essas resistências não são sempre visíveis ou objetivas, mas, muitas vezes, se manifestam de forma subjetiva. Elas refletem discordâncias com a implementação de projetos de mudanças de paradigmas nos assentamentos de reforma agrária, destacando que a ideologia coletivista do MST enfrenta desafios e oposições no cenário diversificado e multifacetado dos assentamentos rurais em todo o Brasil. Essas resistências subjetivas evidenciam a complexidade e os obstáculos enfrentados na tentativa de efetuar mudanças significativas e duradouras nas comunidades rurais por meio da abordagem coletivista do MST.

O questionamento sobre os limites enfrentados na construção da democracia interna do MST é pertinente. Tais limitações englobam barreiras culturais, sociais e organizacionais que influenciam a forma tradicional de cultivar a terra, além de práticas profundamente enraizadas na história dos trabalhadores rurais, os quais não estão acostumados a trabalhar de maneira coletiva. Muitas vezes, os líderes do MST

identificam essas práticas como “vícios artesanais de produção”, que podem ser vistos como obstáculos para o desenvolvimento do coletivismo. Essa percepção pode resultar na desvalorização dos trabalhadores rurais e em uma rotulação de atraso e de individualismo. A superação desses desafios exige não apenas mudanças organizacionais e estruturais, mas também uma abordagem sensível e empática para lidar com as tradições enraizadas e promover uma transição bem-sucedida em direção a modelos mais coletivos e colaborativos de produção.

Dentre os teóricos mais proeminentes, Mancur Olson aborda a ação coletiva e as relações de poder em um contexto de liderança e envolvimento da comunidade. A análise das relações entre líderes e membros em organizações como o MST é crucial para compreender como a democracia e os objetivos socialistas são moldados na prática. A efetivação de um modelo socialista nos assentamentos requer um olhar atento não apenas para as estruturas de poder, mas também para os processos democráticos e participativos que moldam essas comunidades.

A ação coletiva, especialmente no contexto dos movimentos sociais, encerra um complexo de dinâmicas que necessitam de uma análise cuidadosa para se entender as suas capacidades de mobilização e seus frequentes entraves. Mancur Olson, por meio de sua obra seminal *A Lógica da Ação Coletiva*, oferece um prisma teórico valioso para investigar esses fenômenos.

A análise de Olson destaca a complexidade da ação coletiva e os múltiplos fatores que afetam a sua realização e sucesso. Embora os desafios sejam consideráveis, a capacidade dos movimentos sociais adaptarem estratégias para superarem esses obstáculos e mobilizarem apoio em torno de causas comuns demonstra o potencial inerente à ação coletiva. Essa avaliação sugere a importância de estratégias bem delineadas, de liderança eficaz e da oferta de incentivos como elementos cruciais para o sucesso dos esforços coletivos em busca de mudanças sociais significativas.

Refletir sobre as modificações resultantes das ações de contestação e protesto promovidas pelo MST não se resume apenas a descrever as suas atividades e as reações sociais a elas; é essencial analisar como essas ações impactam as propriedades e as características dos grupos e indivíduos envolvidos em conflitos locais, e de forma mais ampla, na sociedade como um todo. Essa análise proporciona *insights* valiosos sobre como tais movimentos sociais influenciam as dinâmicas sociais e as estruturas de poder existentes.

2 MANCUR OLSON E A LÓGICA DA AÇÃO COLETIVA: UM OLHAR SOBRE OS ASSENTAMENTOS DO MST

De acordo com Gohn (1997), há uma inadequação do paradigma marxista tradicional, muitas vezes chamado de clássico ou ortodoxo, para analisar os movimentos sociais que emergiram na Europa a partir dos anos 60 do século passado. Diante desse cenário, propôs-se examinar a produção da ação coletiva do MST por meio de autores com abordagens distintas, como a de Mancur Olson. Esse teórico introduziu um esquema interpretativo diferente do marxismo na análise dos movimentos sociais, destacando os interesses individuais e a intenção dos atores em alcançar os objetivos dos grupos sociais. Essa abordagem diversificada busca entender e contextualizar a dinâmica e a complexidade dos movimentos sociais, levando em consideração diferentes perspectivas teóricas para enriquecer a análise do engajamento coletivo e das transformações sociais propostas pelo MST.

A escolha de explorar a discussão teórica com autores que, de certa forma, se afastam das categorias marxistas revela-se interessante, não por descartar o marxismo, mas por integrar elementos pós-marxistas em uma análise mais detalhada, focando nos aspectos culturais e políticos que o marxismo, em certa medida, tende a subordinar ao econômico. Esse novo paradigma, como expressado por Gohn (1997, p. 122), proporciona a possibilidade de releitura e de reinvenção do papel do ator, permitindo a capacidade de promover mudanças a partir da ação individual, independente das limitações impostas pelas estruturas pré-estabelecidas. Essa abordagem mais ampla e flexível oferece uma nova perspectiva para estudar os movimentos sociais, incorporando uma análise mais abrangente que reconhece a importância dos aspectos culturais, políticos e individuais na dinâmica e na eficácia das ações coletivas.

Um dos motivos fundamentais para a escolha teórica de analisar a ação coletiva por meio do paradigma da “lógica da ação coletiva” de Olson está relacionado ao abandono da concepção de um sujeito histórico pré-determinado, moldado pelas contradições do capitalismo e formado pela consciência autêntica de uma vanguarda partidária e pelos princípios do centralismo democrático leninista. Esse novo sujeito coletivo é entendido como sendo difuso, não hierarquizado e engajado na luta contra as disparidades de acesso aos benefícios da modernidade, ao mesmo tempo em que mantém uma postura crítica com relação aos impactos negativos desses benefícios. As ações desse sujeito coletivo são fundamentadas em valores tradicionais, solidários

e comunitários. Dessa forma, essa nova abordagem elimina a centralidade de um sujeito específico e pré-determinado, passando a enxergar os participantes das ações coletivas como atores sociais inseridos em um contexto mais amplo de interações, influências e valores, conforme descrito por Gohn (1997, p. 122-123).

O debate contemporâneo frequentemente remonta à abordagem neoclássica de Mancur Olson (1999). Em *A Lógica da Ação Coletiva*, publicada pela primeira vez em 1965, Olson estudou grupos sociais e grandes organizações, principalmente norte-americanas, para analisar e confrontar diversos aspectos do comportamento coletivo a fim de desenvolver uma teoria que seja mais aplicável a organizações de grande porte com relevante dimensão econômica. A premissa fundamental de Olson é que, quando existem objetivos econômicos em jogo, grupos de indivíduos com interesses em comum tendem a buscar a promoção desses interesses de forma coletiva. Essa teoria fundamenta grande parte das discussões contemporâneas sobre a dinâmica dos movimentos sociais e das ações coletivas, especialmente no que diz respeito à relação entre os interesses individuais e os do grupo em cenários econômicos.

Olson (1999) destaca que o ponto de partida lógico para qualquer estudo sistemático sobre organizações é o seu propósito. Segundo o autor, a promoção dos interesses de seus membros é um propósito característico da maioria das organizações, especialmente praticamente de todas aquelas com um significativo aspecto econômico. As organizações desempenham uma função vital quando há interesses comuns ou grupais a serem defendidos. Embora frequentemente também sirvam a interesses puramente pessoais e individuais, a função fundamental e a característica essencial das organizações correspondem à sua capacidade de promover os interesses coletivos de grupos de indivíduos (Olson, 1999). Essa perspectiva ressalta a importância da coletividade e da ação conjunta na busca e na defesa de interesses compartilhados dentro de diversas organizações.

Apesar de indicar a união de pessoas na busca de interesses e objetivos comuns, o conceito de ação coletiva expresso por Olson (1999) adverte que, assim como é possível supor que os indivíduos participantes de uma organização ou grupo compartilhem um interesse comum, também é fato que existem interesses estritamente individuais, distintos dos interesses dos demais membros do mesmo grupo ou organização. Esse reconhecimento da diversidade de interesses individuais dentro de um grupo reforça a complexidade das relações coletivas e a necessidade

de considerar tanto os interesses comuns quanto as particularidades e variações nas motivações de cada indivíduo participante da ação coletiva.

O pensamento de Olson (1999) gira em torno da ideia controversa de que os grupos sempre atuam para promover seus interesses, partindo da premissa de que, na realidade, os membros de um grupo agem movidos por interesses pessoais e individuais. Essa abordagem enfatiza que a essência da ação coletiva reside na tendência dos grupos em trabalhar em prol de seus interesses coletivos, uma extensão lógica da noção bem aceita de comportamento racional e centrado nos interesses individuais. Essa perspectiva enfatiza a importância dos interesses individuais na dinâmica e no funcionamento dos grupos, desafiando a ideia tradicional de que a cooperação ocorre exclusivamente em virtude de interesses comuns e coletivos.

Em resumo, a abordagem de Olson (1999) sugere que, se os membros de um grupo compartilham um interesse ou objetivo comum, e se todos se beneficiariam com a realização desse objetivo em particular, caso sejam indivíduos racionais e focados em seus interesses pessoais, engajar-se-ão na ação necessária para alcançar tal objetivo. Essa visão racional da ação coletiva destaca a relevância dos interesses individuais e da lógica de maximização de benefícios pessoais na dinâmica dos grupos e organizações.

A controvérsia em torno das ideias de Olson (1999) gira em torno de sua abordagem pragmática e utilitarista da associação política, isto é, na noção de que as pessoas se filiam a um grupo apenas quando veem a possibilidade de obter vantagens por meio dessa filiação. Em outras palavras, Olson (1999) argumenta que, diferentemente de uma ação individual isolada, a ação coletiva é muito mais eficaz na defesa dos interesses do indivíduo. De acordo com o teórico, a noção amplamente aceita nas Ciências Sociais de que os grupos tendem a promover seus próprios interesses é, portanto, questionável, especialmente quando se baseia na suposição de que os grupos agem em seu próprio interesse pelo simples fato de que os indivíduos também o fazem. Segundo Olson (1999), “a visão convencional de que grupos de indivíduos com interesses comuns tendem a promover esses interesses parece ter pouco valor, se é que tem algum” (p. 15). Isso significa que interesses comuns nem sempre resultam em ação coletiva. Não é pelo fato de todos terem um interesse comum que necessariamente se organizarão para executar uma ação coletiva em favor desse interesse.

Zauli (2000) destaca que, para Olson, o princípio da racionalidade individual não implica automaticamente que indivíduos com interesses comuns se engajem em ações coletivas. Pelo contrário, a racionalidade individual sugere que os indivíduos tendem a se abster de participar em ações coletivas para a provisão de bens em comum, a menos que existam incentivos ou coerções que os motivem a agir em favor do interesse coletivo. A necessidade de incentivos ou pressões externas surge devido à avaliação racional dos custos e benefícios por parte dos indivíduos com relação ao seu engajamento coletivo.

A análise de participação dos assentados do MST em ações coletivas sob uma perspectiva de incentivos seletivos, conforme discutido pelos termos de Olson, é de grande relevância para compreender os mecanismos que impulsionam a mobilização e o engajamento em movimentos sociais. Os incentivos seletivos referem-se às recompensas ou às punições que indivíduos recebem com base em suas ações e decisões. Dentro do contexto do MST, a ideia de oferecer incentivos seletivos aos seus membros e apoiadores pode atuar como um dispositivo fundamental para estimular a participação ativa em ações coletivas respaldadas por uma ideologia socialista.

Na visão de Olson (1999), a lógica por trás dos incentivos seletivos é que os indivíduos são mais propensos a se envolver em ações coletivas quando percebem benefícios pessoais diretos ou quando evitam consequências negativas por não participarem. Dessa forma, a promessa de recompensas, como acesso facilitado a recursos, à educação, ao lazer e a outros benefícios oferecidos pelo MST, pode motivar os assentados a se engajarem nas atividades do movimento, alinhando-se com os objetivos coletivos. Ao reconhecer a importância dos incentivos seletivos, podemos compreender melhor os mecanismos por meio dos quais os movimentos sociais conseguem mobilizar e manter o apoio de seus membros. É uma abordagem que destaca a interação entre interesses individuais e coletivos, e como a utilização eficaz de incentivos pode influenciar a participação ativa e a coesão dentro de um movimento social como o MST.

A ideia de ação coletiva proposta por Olson pode ser vista com uma perspectiva ideológica, semelhante à forma como Gramsci concebeu a ideologia, entendida como um instrumento para consolidar e unificar o bloco social. Nesse contexto, a “ideologia da ação coletiva” de Olson contém um poder persuasivo que sugere que as ações coletivas são motivadas primariamente por interesses individuais. Essa abordagem

ideológica molda a compreensão e a justificação das ações coletivas, influenciando a percepção dos participantes e da sociedade sobre os propósitos e implicações das atividades realizadas em conjunto pelos grupos. Essa interpretação destaca a influência subliminar das crenças, dos valores e dos princípios sobre a percepção da ação coletiva e do seu propósito subjacente.

Nesse contexto, Ammann (1997), ao abordar a análise gramsciana de ideologia, salienta a preocupação a respeito do perigo associado ao convencimento por ideologias individualistas e adverte sobre o potencial negativo dessas ideologias. Ammann (1997) menciona que, de acordo com Gramsci, é importante discernir entre diferentes tipos de ideologias. Em particular, Gramsci distingue as ideologias arbitrárias e racionalistas que tendem a resultar em movimentos predominantemente individuais. No entanto, mesmo essas ideologias, apesar de sua natureza individualista, podem ter sua utilidade, uma vez que funcionam como um contraponto ao conceito de verdade e reafirmam a existência dessa verdade por meio da sua existência. Essa distinção destaca a complexidade das ideologias e como elas podem influenciar não apenas a ação coletiva, mas também a dinâmica entre o indivíduo e o coletivo, assim como a relação entre convicções individuais e percepções compartilhadas sobre a realidade social (Ammann, 1997, p. 21).

Sob essa perspectiva, destaca-se o papel dos líderes que estabelecem uma ligação orgânica com os trabalhadores sem-terra, representando uma força potencial na busca por uma nova hegemonia que promova um desenvolvimento capaz de unificar a massa em direção a uma concepção mais elevada de existência. Isso poderia culminar em uma nova unidade orgânica entre os próprios líderes e os trabalhadores. Nesse contexto, os líderes têm o potencial de, por um lado, reforçar a ideologia dominante e, por outro lado, incitar um movimento cultural que visa a desmantelar a concepção de uma ação coletiva baseada em interesses individuais, em favor de uma contraideologia necessária para a transformação social. A atuação dos líderes é crucial na condução desse processo de mudança, tanto ao fortalecer as crenças existentes quanto ao promover uma nova visão coletiva que impulsione a transformação social.

Segundo Berdegué e Ramirez (2003), o surgimento das ações coletivas ocorre em um contexto contemporâneo cada vez mais marcado pelo individualismo, mas é fundamental que essas ações sejam resultantes de uma mobilização coletiva. Esse engajamento coletivo se mostra essencial para atender às necessidades individuais

decorrentes da pobreza, as quais não encontram solução dentro do paradigma do individualismo, muitas vezes incentivado pelo neoliberalismo econômico. No contexto rural, as ações coletivas se desenrolam em um novo cenário no qual é crucial ter a capacidade de negociar com outros atores da comunidade e do território em prol do desenvolvimento. Esse novo contexto ressalta a importância de iniciativas colaborativas e cooperativas entre diversas partes interessadas para enfrentar os desafios presentes e promover o desenvolvimento sustentável e inclusivo na comunidade e no território em questão. Tal abordagem destaca a necessidade crescente de colaboração e engajamento coletivo para lidar com questões contemporâneas e fomentar um desenvolvimento mais equitativo e integrado.

Nessa conjuntura, as ações coletivas têm o potencial de fomentar não apenas a liberdade de expressão das pessoas com relação aos seus desejos, mas também aspectos que vão além da produção, como questões religiosas e culturais. De acordo com Amartya Sen, citado por Abramovay (1998), o verdadeiro desenvolvimento pode ser entendido como o aumento da capacidade dos indivíduos de fazerem escolhas. Não se trata apenas de garantir direitos por meio da legislação, mas do empoderamento dos indivíduos com as habilidades, as qualificações e os recursos necessários para se locomover, participar ativamente dos mercados e estabelecer relações humanas que enriqueçam as suas vidas. Essa perspectiva ressalta a importância da liberdade garantida pelas leis e da capacitação dos indivíduos para exercerem essa liberdade de forma significativa em todos os aspectos de suas vidas, promovendo um desenvolvimento que valorize a autonomia e a realização pessoal.

Alguns autores, como Brenneisen (2002), Navarro (2003) e Souza (2017, 2018) e outros, têm apontado que, no cotidiano dos assentamentos do MST, essa prática de liberdade de escolha nem sempre se concretiza. Eles destacam que os assentados muitas vezes não desfrutam de uma liberdade significativa de escolha, o que certamente compromete um desenvolvimento genuinamente inclusivo e participativo. Essas críticas apontam para a necessidade de considerar não apenas a estrutura e os objetivos dos movimentos sociais, mas também a efetiva realização e garantia de liberdade de escolha e autonomia dos indivíduos dentro desses contextos coletivos.

De fato, sabe-se que a estratégia fundamental do MST envolve a ocupação de terras consideradas improdutivas, sejam elas públicas ou privadas. Essas ocupações têm o propósito de criar um impacto político significativo, exercendo pressão sobre as autoridades públicas para negociar com o movimento e viabilizar o assentamento

definitivo dos sem-terra naquelas terras, por meio da concessão de títulos de posse. O êxito dessas iniciativas frequentemente está ligado à presença de lideranças, as quais tipicamente contêm sólido *background* político e habilidades organizacionais que são essenciais para a coordenação efetiva dessas ações e para a articulação das demandas do movimento junto às instâncias governamentais. Essas lideranças desempenham um papel crucial na mobilização, na condução das negociações e na sustentação das reivindicações do MST, contribuindo significativamente para o alcance dos objetivos do movimento no que diz respeito à reforma agrária e à justiça social no campo (Souza & Schneider, 2022).

De acordo com Gohn (1997), a estrutura organizacional do MST reflete vários pressupostos clássicos da esquerda tradicional, enfatizando a importância de uma estrutura orgânica com direção, coordenação, comissões, departamentos e núcleos. A liderança deve ser composta pelos militantes mais qualificados e bem selecionados. Dado que as massas tendem a se mobilizar apenas em resposta a necessidades imediatas e não costumam se organizar politicamente por conta própria, os dirigentes do movimento têm uma responsabilidade significativa na condução das lutas dessas massas. Os documentos do MST afirmam que “Quanto mais a massa se apega aos símbolos, líderes e à organização, mais ela luta, mais se mobiliza e mais se organiza” (MST, 1991, citado em Gohn, 1997, p. 150). Isso enfatiza a importância dos elementos simbólicos, da liderança e da estrutura organizacional na mobilização e na organização eficaz das massas dentro do movimento.

Concordamos com a observação de Gohn (1997) de que o MST enfrenta desafios internos, e a rigidez das diretrizes programáticas tem encontrado resistência em ser plenamente assimilada pela maioria dos agricultores. Uma questão apontada é que o movimento às vezes falha em considerar a importância da tradição e dos costumes na vida do meio popular, tentando impor práticas novas simplesmente por serem coletivistas. Um exemplo citado são algumas cooperativas de comercialização de produtos, nas quais a tradição familiar sempre teve um papel central na economia rural brasileira. O convívio com a família é um elemento social fundamental, e a tradição cooperativa de produção não é comum em todas as regiões, especialmente no Norte do Brasil. A tensão entre o projeto dos líderes do MST e as expectativas e práticas dos próprios trabalhadores revela a complexidade do processo de adaptação em um assentamento, influenciado tanto por fatores objetivos e econômicos quanto pelo contexto cultural das pessoas da região. Essa observação ressalta a importância

de considerar não apenas os aspectos materiais e políticos, mas também a variedade de influências culturais e sociais na implementação efetiva de programas e práticas em contextos rurais e no interior dos movimentos sociais.

Na fase de preparação e de acampamento do MST, observa-se uma convergência dos interesses entre os trabalhadores rurais, enquanto os líderes enfatizam a crítica ao modo de produção capitalista, que favorece a privatização da terra e impede que aqueles que a trabalham possam compartilhá-la. No entanto, a dinâmica muda quando a fase de preparação e de acampamento dá lugar à etapa de assentamento, na qual as famílias se unem para conquistar a posse individual da terra. Nesse momento, durante a negociação do projeto coletivo, os assentados têm demonstrado certa apatia com relação às ideias propostas pelos líderes do movimento. Essa mudança de perspectiva sugere que, uma vez conquistada a terra e alcançada a posse individual, as prioridades e as atitudes dos assentados podem se diversificar, levando a um distanciamento em relação às diretrizes iniciais do movimento. Tal cenário salienta a complexidade das relações e das dinâmicas de poder dentro do MST, evidenciando as transformações e desafios que surgem durante as diferentes fases de mobilização e organização.

De acordo com Kleba (1994), a discrepância entre os líderes que representam as demandas dos assentados e a totalidade desses trabalhadores decorre, em parte, da estrutura limitada dos líderes e de suas posições ideológicas, que nem sempre refletem a diversidade da população assentada. Um dos principais desafios para a organização coletiva da produção é a mentalidade camponesa, que valoriza a autonomia decisória, a ausência de prestação de contas e a liberdade na definição de horários de trabalho. Enquanto os líderes do MST podem trazer propostas externas aos trabalhadores, a mentalidade camponesa, enraizada em um contexto cultural e histórico específico, pode influenciar as percepções e práticas dos assentados (Lazzaretti, 2003). Além disso, a diversidade de origens dos trabalhadores rurais dentro dos assentamentos também é um fator relevante. Nem todos têm experiência agrícola prévia, e alguns podem ser mais receptivos à aprendizagem de novas práticas de trabalho em grupo. Essa heterogeneidade de experiências e perspectivas pode impactar a forma como a coletivização da produção é entendida e implementada dentro dos assentamentos (Souza, 2017, 2018, 2022).

É importante reiterar que, embora se reconheça que a ação coletiva resulte da soma das ações individuais dentro de um contexto social específico, a posição teórica

aqui assumida, em consonância com Almeida (1999), afirma que a ação coletiva é uma manifestação de atores sociais ou grupos que se unem como um sujeito coletivo. Concorda-se com Ostrom (1992) e Sabourin (1999), ao enfatizarem que, ao contrário do argumento de Olson, a ação coletiva é um processo interativo e uma construção social que surge dos processos de aprendizagem coletiva, baseada nas experiências e nas trajetórias sociais dos indivíduos dentro dos grupos. Esse ponto de vista enfatiza a natureza dinâmica e interativa da ação coletiva, ressaltando a relevância da construção social e da aprendizagem compartilhada na formação e no desenvolvimento dos movimentos sociais e das iniciativas coletivas.

A lógica da dádiva e da reciprocidade, fundamental em todas as sociedades, é discutida por Sabourin (2003a), com base em estudos de Levi-Strauss e de Caille. Esses princípios implicam a prática de realizar ações sem expectativa imediata de retorno, visando à manutenção e à reprodução das relações sociais. Temple (1999) diferencia troca e reciprocidade, explicando que a reciprocidade envolve uma relação reversível entre sujeitos. Sabourin (2003a) pondera que, mesmo em projetos de reforma agrária, famílias assentadas na periferia de Recife operam com base em princípios de dádiva e de reciprocidade provenientes de suas raízes camponesas. Isso é evidenciado no trabalho de Maria Nazareth Wanderley, conforme demonstrado no livro coordenado por José de Souza Martins (2003). O autor ressalta que, de fato, as políticas públicas, juntamente com outros aspectos, incluindo o modelo social e produtivo da reforma agrária no Brasil, tendem a negligenciar a diversidade das lógicas sociais, especialmente o princípio da reciprocidade. Mesmo diante de fracassos evidentes, essas políticas persistem em promover predominantemente o desenvolvimento baseado no intercâmbio capitalista, centrado na acumulação material e na competição orientada ao lucro.

Temple (1999) assevera que, em todas as sociedades humanas, coexistem duas lógicas econômicas: a do intercâmbio e a da reciprocidade da dádiva. Cada uma dessas lógicas é mais ou menos desenvolvida dependendo das prioridades dos indivíduos: se preferem priorizar o interesse privado ou os valores humanos. Para além do valor quantificado pela moeda nas transações de intercâmbio, outros valores como confiança, responsabilidade, equidade, prestígio, amizade e honra são considerados essenciais. Esses preceitos desempenham papéis fundamentais na criação de diversas formas de equivalência tanto materiais quanto simbólicas nas relações reguladas pela reciprocidade. Assim, as relações econômicas são

influenciadas não apenas por transações monetárias, mas também por valores sociais e emocionais, destacando a complexidade e a variedade de fatores envolvidos nas interações econômicas e sociais.

Ostrom (1998) salienta a importância da construção social de instituições que regulamentam e gerenciam recursos coletivos em grupos de agentes heterogêneos com interesses conflitantes, com ênfase especial nas normas de reciprocidade. Segundo a autora, a reciprocidade, a confiança e o prestígio, considerados princípios fundamentais na ação coletiva, representam tanto regras sociais quanto valores humanos. Ostrom (1998) os vê como valores “naturalmente” presentes e intrinsecamente incorporados nos grupos sociais. Contudo, a produção e a manutenção desses valores dependem da tensão entre os princípios de intercâmbio e reciprocidade, assim como da polarização das interações econômicas entre esses dois modelos.

Sabourin (2003a) informa que observações feitas em várias sociedades rurais confirmam a diferença e, até mesmo, a contradição dialética entre a lógica econômica da reciprocidade e a do livre-câmbio. Ambas as lógicas podem ser identificadas em diferentes contextos e situações. O autor argumenta que, atualmente, no âmbito do desenvolvimento rural ou regional, o objetivo não é reivindicar a exclusividade de uma dialética em detrimento da outra, mas sim incentivar uma abordagem dual. Reconhecer politicamente e publicamente a economia da reciprocidade poderia servir como um ponto de interseção, abrindo espaço para um diálogo entre os defensores de ambos os princípios. Isso poderia alimentar discussões sobre a natureza das organizações camponesas ou locais, a delegação de poder, as normas e os princípios de gestão dos bens comuns ou públicos, bem como dos recursos naturais.

A proposta desse debate é reconhecer que não se resume apenas à abordagem capitalista do livre-câmbio e individualismo, como proposto por Olson, mas visa a diferenciar as duas lógicas, considerando a existência de estruturas de reciprocidade e dádiva como alternativas viáveis. Essa abordagem sublinha a importância de avaliar e compreender essas diferentes perspectivas, especialmente no contexto das organizações rurais, que podem não se encaixar totalmente em um único modelo econômico ou social.

O estudo, publicado no início dos anos 2000, com o título *O reconhecimento público dos novos atores coletivos no Nordeste*, conduzido por Sabourin, Duque e Thonneau (2004), aponta, em três casos analisados, a harmonia entre o apoio público

à ação coletiva dos agricultores em nível local, incluindo a distribuição de recursos e meios de produção. Os autores enfatizam a relevância do reconhecimento público dos atores coletivos, frisando o papel de apoio, de orientação e, em contrapartida, de restrição nas complexas interações territoriais. Eles apontam que nessas experiências existem mecanismos coletivos baseados essencialmente em colaborações gratuitas originadas de sistemas de ajuda mútua, fundamentadas em princípios de reciprocidade e redistribuição da cultura camponesa.

Malagodi, Menezes e Silva (2003) reforçam essa ideia em seu estudo dos assentamentos na Paraíba, salientando que a sustentabilidade nesses locais está profundamente relacionada a modelos econômicos tradicionais fundamentados em relações laborais convencionais entre proprietários de terras e trabalhadores remunerados. Eles destacam ainda que os assentamentos oferecem a oportunidade de revitalização da agricultura familiar por meio da cooperação entre os membros da comunidade. Os desafios identificados incluem a preservação da cultura camponesa desfavorecida pela modernização, sendo a aprendizagem coletiva um elemento essencial nesse processo de resgate.

Sabourin (2003b) argumenta que, ao contrário das previsões de Olson sobre a deterioração da ação coletiva, os camponeses do Nordeste, especialmente das regiões mais pobres, têm sido capazes de encontrar maneiras de gerir em conjunto os recursos hídricos e as pastagens sem comprometer o acesso a eles. Eles têm superado os obstáculos que anteriormente prejudicavam o equilíbrio ambiental resultante da modernização da agricultura. Os estudos conduzidos por Sabourin (2003b) em algumas comunidades sertanejas do Nordeste destacam que os agricultores não apenas criam, adaptam e compartilham conhecimentos técnicos, mas também enfatizam a importância da observação mútua e diálogo na promoção da inovação agrícola e organizacional. Sabourin, Menezes e Tonneau (2004a) argumentam que a agricultura familiar no Nordeste do Brasil deriva de uma tradição camponesa específica, que continua evoluindo e mantendo as suas características mesmo que, em certa medida, esteja se integrando aos ciclos comerciais de exportação de produtos como fumo, cana-de-açúcar, café, algodão, sisal e mamona.

A análise desses pesquisadores do Nordeste sugere que as práticas de ação coletiva na região se baseiam principalmente na reciprocidade e em valores éticos, como confiança, justiça, responsabilidade e amizade, e não apenas em interesses materiais individuais. Isso indica que a análise de Olson pode ser considerada parcial,

já que as comunidades estudadas demonstram a prevalência de princípios e práticas coletivas ancoradas em valores sociais e éticos, além de interesses materiais individualistas. Talvez a principal limitação de Olson seja tentar explicar todas as ações coletivas apenas com base em interesses individuais. A sua análise pode ser útil como ponto de partida para verificar os interesses por trás das ações coletivas em sociedades dominadas pela lógica do intercâmbio, com peso extremo da competição e da competitividade, como é o caso de grupos empresariais e outros grupos sociais norte-americanos. Conforme Assis (2004) defende, esse pensamento de Olson prevaleceu e deu preferência à análise das ações coletivas, enfatizando o comportamento coletivo, determinantes estruturais e aspectos psicológicos individuais.

De certa forma, esse discurso universalista encapsulou a análise e, no mínimo, criou limitações que impediam uma visão mais clara sobre o surgimento de novas formas de ação coletiva, assim como o potencial dessas em direção a conflitos antagonistas. Essa perspectiva também transmitia a ideia de que ações de protesto e, em última análise, os movimentos sociais eram considerados formas de comportamento desviante (Assis, 2004, p. 37). Essa abordagem analisa a ação coletiva unicamente em termos da lógica da interação estratégica e dos cálculos de custo-benefício, representando uma visão de ação coletiva centrada em interesses puramente racionais.

A integração do ator individual em uma ação coletiva é um processo fundamental que resulta em uma nova identidade emergindo do coletivo, não apenas do indivíduo. Cohen (1985) destaca um equívoco na visão de Olson ao retratar os participantes de ações coletivas como desorganizados, pois, na realidade, eles se unem em grupos de solidariedade, revelando uma coesão e estrutura por trás da mobilização coletiva. Essa perspectiva ressalta a importância de se analisar não apenas os interesses individuais, mas também a dinâmica social e os laços de solidariedade presentes nas ações coletivas.

Segundo Cohen e Arato (1992), mencionados por Gohn (1997), a teoria de Olson, inserida na Teoria da Mobilização de Recursos, postula que os movimentos sociais devem ser compreendidos por meio de uma teoria de conflito da ação coletiva. Não há distinção essencial entre a ação coletiva institucional e a não institucional; ambas implicam conflitos de interesses embutidos nas relações de poder institucionalizadas. As ações coletivas são impulsionadas pela busca racional de

interesses por grupos; demandas e reivindicações surgem continuamente das dinâmicas de poder e não são suficientes para explicar a formação dos movimentos. Esses se originam de mudanças nos recursos, na organização e nas oportunidades para a ação coletiva. O êxito de um movimento está ligado ao reconhecimento do grupo como ator político ou à melhoria de benefícios tangíveis. A mobilização requer organizações formais em grande escala, burocráticas e com propósitos específicos. Os autores concluem enfatizando que organização e racionalidade são conceitos-chave nessa abordagem. Essa teoria, conforme menciona a autora supracitada, negligencia a análise das relações de classe, do sistema de dominação e da reprodução do capital e força de trabalho. Além disso, deixa de abordar uma série de questões decorrentes das relações sociopolíticas e culturais dos atores, moldadas pela cultura política vigente.

Portanto, compartilha-se da crítica apresentada por Gohn (1997) com relação à teoria de Olson, realçando a sua lacuna na análise do contexto social e político. Essa teoria não considera as políticas públicas nem o papel do Estado na sociedade em geral e, mais especificamente, nas interações com os movimentos sociais. Além disso, ela não dá a devida atenção à natureza das lutas dos atores, assim como as suas experiências passadas em termos de mobilizações sociais, omitindo, ao mesmo tempo, o impacto da cultura nas ações coletivas, de forma ampla, e nos movimentos sociais, em particular.

A crítica de Gohn à teoria de Olson ressalta a importância de considerar uma série de fatores cruciais na análise dos movimentos sociais e da ação coletiva. No livro *A Lógica da Ação Coletiva*, Olson (1999) focaliza primariamente a motivação dos indivíduos para participar em ações coletivas, discutindo os conceitos de “caronas” (*free-riders*) e incentivos seletivos. Entretanto, essa abordagem é questionada por sua limitação em abarcar a grande complexidade associada aos movimentos sociais. A crítica de Gohn ressalta a necessidade de um exame mais abrangente e contextualizada para compreender completamente a diversidade e a dinâmica dos movimentos sociais, sugerindo que outros elementos, como o contexto sociopolítico, as políticas públicas, o papel do Estado e as experiências passadas dos atores, são igualmente relevantes para uma compreensão holística da ação coletiva.

A análise apontada ressalta a vital importância de se considerar o contexto social e político ao estudar os movimentos sociais, visto que estes não surgem isolados, mas são intrinsecamente moldados pelas condições sociopolíticas e pela

história em que se inserem. As políticas públicas e o papel do Estado são componentes cruciais para compreender as motivações e os desafios enfrentados pelos movimentos sociais. O Estado pode variar de papel, atuando como antagonista, facilitador ou até mesmo como parte integrante dos movimentos, dependendo de suas políticas internas e das pressões exercidas pelos grupos.

Por outro lado, negligenciar o substrato das lutas e as experiências anteriores dos atores implica deixar de reconhecer um elemento essencial dos movimentos sociais: a capacidade de aprendizado e a evolução ao longo do tempo. A história de lutas sociais proporciona um conhecimento valioso e serve de inspiração para os participantes dos movimentos, que adaptam as suas estratégias com base nos resultados passados.

Além disso, a cultura exerce um papel primordial nas ações coletivas. Práticas, valores, normas e símbolos culturais podem ser poderosos motivadores da participação nos movimentos, servindo como ferramentas de mobilização e influenciando a definição de objetivos e a implementação de estratégias. Desconsiderar a influência da cultura significa negligenciar um dos elementos mais significativos e potencialmente unificadores da ação coletiva.

A crítica de Gohn ressalta a importância de adotar abordagens mais abrangentes para compreender os movimentos sociais, levando em consideração uma variedade de fatores (econômicos, políticos, sociais e culturais) que influenciam a ação coletiva. Nesse sentido, referindo-se às ideias de Crozier e Friedberg (1977), destaca-se que a ação coletiva não é algo natural, como pode sugerir as abordagens de Olson, mas sim uma construção social complexa. A sua existência levanta questões que exigem explicação sobre as suas origens e as suas condições de continuidade. Como sugere Sabourin (2003a), é essencial compreender a elaboração e a adaptação dessas construções sociais que são as normas, as regras e as convenções que moldam e orientam a ação coletiva.

As ideias de Crozier e Friedberg (1977), atreladas à interpretação de Sabourin (2003a), enfatizam a natureza construída e o contingente da ação coletiva, contrapondo-se às visões que podem interpretar tais ações como fenômenos quase naturais ou inevitáveis. Essa perspectiva ressalta que as ações coletivas, incluindo os movimentos sociais, são produtos de processos sociais complexos, que requerem uma análise cuidadosa de suas condições de emergência, suas regras, normas e convenções, e como essas são criadas, sustentadas e modificadas ao longo do

tempo. Tal abordagem traz à tona a importância da agência e da intencionalidade dos atores envolvidos na construção social. Em vez de considerar os indivíduos meramente como peças influenciadas por forças externas maiores, essa visão reconhece o papel ativo que as pessoas desempenham na formação das estruturas sociais, incluindo aquelas que dão origem e forma à ação coletiva.

A análise do MST e sua adoção de uma perspectiva marxista-leninista oferece um exemplo significativo de como as teorias marxistas e a concepção de classes sociais têm influenciado movimentos sociais contemporâneos. O MST, um dos maiores movimentos sociais da América Latina, direciona seus esforços para questões de reforma agrária e justiça social, buscando uma redistribuição de terras e a transformação das estruturas sociais, econômicas e políticas que perpetuam a desigualdade. O marxismo, cujo núcleo é a luta de classes como força propulsora da história e a ideia de que as relações sociais são amplamente determinadas pelas relações econômicas e pela divisão da sociedade em classes com interesses conflitantes, fornece um arcabouço teórico para compreender a exploração e a opressão no contexto do sistema capitalista. O leninismo, por sua vez, uma vertente do marxismo desenvolvida por Lênin, acrescenta a esse entendimento a importância de um partido revolucionário como agente de mudança, capacitado para liderar a classe operária (e, de maneira ampla, outros grupos oprimidos) rumo à superação do capitalismo

O MST utiliza essas teorias como fundamento para a sua análise das estruturas agrárias no Brasil, as quais são percebidas por eles como profundamente desiguais e injustas. A abordagem marxista-leninista oferece ao MST não só um modelo de análise da realidade brasileira, destacando os conflitos de classe, mas também uma orientação para a ação. Enfatiza a importância da organização, da mobilização e, se necessário, do confronto para alcançar a reforma agrária e, em última instância, uma sociedade mais justa e igualitária. Essas teorias servem como alicerce ideológico e prático para o MST, consistindo tanto em um diagnóstico crítico das estruturas existentes como um caminho estratégico para a transformação social que almejam.

A adoção da teoria marxista-leninista distingue o MST de outros movimentos sociais que possam se fundamentar em teorias de ação coletiva, como as de Olson, que priorizam análises de incentivos e custos individuais na participação em movimentos. Enquanto Olson oferece uma explicação sobre as razões pelas quais indivíduos optam por se envolver ou não em ações coletivas, com base em uma lógica

de custos e benefícios e no problema dos "caronas", o MST está focado em uma análise dialética da sociedade que percebe a luta de classes e a transformação social como elementos intrinsecamente coletivos e historicamente necessários.

Dessa forma, o MST exemplifica como as teorias marxistas e leninistas são aplicadas e se manifestam na organização e na prática dos movimentos sociais que buscam uma transformação radical das estruturas sociais, econômicas e políticas. Enquanto as teorias de ação coletiva, como as de Olson, se concentram em incentivos individuais e na racionalidade dos participantes, o MST adota uma abordagem mais abrangente, frisando a unidade e a luta coletiva como meios para se alcançar mudanças sociais profundas e duradouras na busca da democratização da terra e dos recursos econômicos, resultando em uma eficaz reforma agrária com equidade social e econômica para as famílias de agricultores.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A perspectiva teórica de Olson (1999), evidenciada na obra *A Lógica da Ação Coletiva*, salienta a preponderância dos interesses individuais como motivação primordial para a participação em ações coletivas. O autor sustenta que os participantes agem principalmente em busca de benefícios pessoais esperados, mesmo que suas ações tenham o propósito declarado de beneficiar o grupo como um todo ou atingir objetivos de bem comum. Essa abordagem teórica não explora as nuances e as diferenças individuais dentro dos grupos sociais, mas enfatiza a dinâmica dos incentivos e dos custos individuais na tomada de decisões relacionadas à participação em atividades coletivas.

De acordo com o teórico, um dos principais desafios enfrentados pelas ações coletivas é o fenômeno conhecido como “carona” (*free-rider*), no qual indivíduos desfrutam dos resultados ou benefícios das ações coletivas sem contribuir ativamente para elas. Esses sujeitos podem considerar que seu esforço individual é pequeno demais ou insignificante para impactar o resultado, mas, mesmo assim, esperam colher os benefícios gerados pelas atividades coletivas. Isso cria uma situação na qual a eficácia da ação coletiva pode ser comprometida, já que nem todos aqueles que se beneficiam dela estão prontos para contribuir para sua realização. A questão do “carona” destaca a complexidade da coordenação e do engajamento em esforços coletivos, bem como a necessidade de lidar com dilemas de incentivos e motivações individuais dentro do contexto das ações coletivas.

Mancur Olson não necessariamente desconsidera as diferenças individuais dentro dos grupos sociais, mas a sua ênfase recai mais nos incentivos e desincentivos para a ação coletiva, sob a ótica dos benefícios individuais. Ele propõe que, para lidar com o desafio do “carona” e estimular a participação, é crucial a presença de incentivos seletivos, vantagens que só são acessíveis por meio da participação ativa. Dessa forma, Olson sugere que a estrutura de benefícios da ação coletiva deve ser projetada de modo a recompensar aqueles que se engajam ativamente, criando um ambiente no qual os indivíduos sintam que seu envolvimento direto é fundamental para alcançar resultados positivos e exclusivos. Essa abordagem busca superar as barreiras relacionadas à motivação e ao cálculo racional dos participantes em ações coletivas, maximizando a eficácia e o envolvimento dos envolvidos

Essa observação salienta a diferença entre a abordagem de Mancur Olson e outras teorias da ação coletiva que podem enfatizar motivações mais altruístas ou ideológicas para a participação em movimentos sociais ou ações coletivas. Enquanto Olson adota uma visão mais cética, porém, pragmática, ao destacar a importância de interesses pessoais e incentivos na mobilização de grupos para a ação coletiva, outras perspectivas teóricas podem valorizar valores mais humanos, como a amizade, a solidariedade e a justiça, em detrimento de uma lógica estritamente baseada em incentivos individuais.

A referência às relações sociais nos assentamentos do MST sugere que tais grupos vão além da pura busca racional por benefícios materiais, valorizando aspectos mais intangíveis como o “ser”, contribuindo para o desenvolvimento de valores humanos fundamentais na comunidade, tais como a amizade, a solidariedade, a responsabilidade e a justiça. Essa constatação aponta para uma dimensão mais ampla da participação em ações coletivas, que vai além dos incentivos individuais, ilustrando a importância de valores e relações mais profundas na formação e sustentação dos movimentos sociais.

Tal ponto de vista destaca que a concepção de ação coletiva baseada unicamente em interesses individuais não reflete a dinâmica presente nos assentamentos do MST, nos quais os assentados demonstram que é por meio do reconhecimento mútuo e das necessidades compartilhadas do coletivo que surgem soluções efetivas para seus desafios de sobrevivência e interação social. É ressaltada a importância de um projeto que coloque a melhoria da qualidade de vida nos assentamentos como prioridade central. Sem isso, torna-se inviável conceber

mudanças significativas e manter ações coletivas de forma contínua. A ideia transmitida é que um foco nas necessidades coletivas e no bem-estar comum é essencial para fortalecer a coesão e a capacidade de organização dos grupos, além de facilitar a construção de soluções sustentáveis e colaborativas para os desafios enfrentados pela comunidade.

É fundamental conceber ações coletivas dentro de um projeto que tenha como objetivo a emancipação dos agricultores, fundamentado em princípios de respeito e centrado nas vontades familiares. Esse projeto deve ser construído de maneira realista, considerando as necessidades e as prioridades dos assentados, evitando idealizações distantes da realidade vivida por essas comunidades. A condução democrática desempenha um papel crucial, permitindo que os assentados tenham voz ativa e participativa nas decisões que os afetam diretamente. Nesse contexto, é imprescindível ouvir e valorizar as perspectivas e as demandas dos atores da reforma agrária, garantindo que as escolhas e as direções adotadas reflitam verdadeiramente as aspirações e as necessidades locais. Dessa forma, a promoção de ações coletivas baseadas no diálogo, na participação efetiva e na autonomia das comunidades rurais não apenas fortalece a capacidade de autogestão desses grupos, mas também pavimenta o caminho para soluções mais inclusivas, pertinentes e sustentáveis no contexto da reforma agrária e do desenvolvimento rural sustentável.

Portanto, o indivíduo e o sujeito coletivo não são opostos, mas sim complementares, representando duas facetas interligadas de um mesmo processo. Eles formam um contínuo em constante evolução, caracterizado por rupturas e continuidades na busca pela construção de ações coletivas voltadas para a transformação das sociedades em que estão inseridos. No contexto dos assentamentos do MST, é fundamental o fortalecimento de uma aprendizagem coletiva que, em última análise, respeite e valorize as opiniões e vontades individuais dos assentados. Essa abordagem valoriza a pluralidade de perspectivas e experiências individuais dentro do coletivo, contribuindo para um processo de construção coletiva mais inclusivo, participativo e eficaz na busca por mudanças sociais significativas e sustentáveis nos projetos de reforma agrária.

REFERÊNCIAS

Abramovay, R. (1998). *Paradigmas do capitalismo agrário em Questão*. Hucitec & Editora da Unicamp.

Almeida, J (1999). *A construção social de uma nova agricultura*. Ed. UFRGS.

Ammann, S. B. (1997). *Ideologia do desenvolvimento de comunidade*. Cortez Editora.

Assis, W. S. de. (2004). *A construção da representação dos trabalhadores rurais no sudeste paraense*. UFRJ.

Berdegué, J. A., & Ramirez, E. A. (2003). *Estratégias de ação coletiva e melhoras das condições de vida das populações rurais*. https://idl-bnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/31366/8/119165_pdf

Brenneisen, E. C. (2002). *Relações de poder, dominação e resistência*. Edunioeste.

Cohen, J. (1985). Strategy or Identity: new theoretical paradigms and contemporary social movements. *Social Research*, *52*(1), 663-716.

Crozier, M., & Friedberg, E. (1977). *L'acteur et le systeme*. Seiul.

Gohn, M. da G. (1997). *Teorias dos movimentos sociais: paradigmas clássicos e contemporâneos*. Edições Loyola.

Kleba, J. B. (1994). Cooperação agrícola e coletivismo em assentamento de reforma agrária. *Reforma Agrária*, *24* (3), 140-153.

Lazzaretti, M. Â. (2003). *Ação coletiva em assentamentos de reforma agrária: processos de organização dos trabalhadores rurais*. Edunioeste.

Malagodi, E. (2003). *Assentamento de reforma agrária como alternativa para regiões rurais em crise*. Mimeografado.

Navarro, Z. (2003). *O MST e a canonização da ação coletiva*. Centro de Estudos Sociais.

Olson, M. (1999). *A lógica da ação coletiva*.Edusp,.

Orenstein, L. (1998). *A estratégia da ação coletiva*. Revam.

Ostrom, E. (1992). *Crafting institutions for self-governing irrigation systems*. ICS Press.

Ostrom, E. (1998). A behavioral approach to the rational-choise theory of collective action. *American Political Science Review*, *92*(1). 1-22.

Sabourin, E. (1999). Ação coletiva e organização dos produtores no Nordeste semi-árido. *Anais do Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural*, *37*, 194-204.

Sabourin, E. (2003a). *Camponeses do sertão: mutação das agriculturas familiares no nordeste do Brasil*. Embrapa-Cirad.

Sabourin, E. (2003b). Multifuncionalidade da agricultura e manejo de recursos naturais: reflexão sobre alternativas a partir do caso do semi-árido brasileiro. *Anais do Seminário Franco-Brasileiro de Pesquisa sobre Multifuncionalidade da Agricultura*, *1*, 1-19.

Sabourin, E., Duque, G., & Diniz, P. C. (2004). O reconhecimento público dos novos atores coletivos no Nordeste. *Anais da Associação Nacional de Pós-Graduação em Ciências Sociais*, *28*, 10-30.

Sabourin, E. P., Menezes, M. A., & Thonneau, J. P. (2004). Novos Agricultores familiares ou novas agriculturas camponesas? Análise a partir de exemplos no Brasil e na França. *Anais do Congresso Mundial de Sociologia Rural*, *11*.

Souza, A. L. de. (2017). *Experiências agroecológicas na agricultura familiar em assentamentos de reforma agrária do MST: entre o ideal e o concreto: estudo de caso do Assentamento Ander Rodolfo Henrique - Diamante d' Oeste Paraná* [Dissertação de Mestrado]. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Souza, A. L. de. A construção das bases agroecológicas em assentamento de reforma agrária do MST: o desafio entre o ideal e o concreto. *Revista GeoPantanal*, *13*(24), 69-83.

Souza, A. L. de. (2022). A reforma agrária nas interfaces de Ignácio Rangel e Caio Padro Júnior: o desenvolvimento rural em questão. *Revista Campo-Território*, *16*(43), 170–196.

Souza, A. L. de, & Schneider, S. (2022). Internalização da soberania alimentar: desafios do MST em construir caminhos alternativos. *Retratos de Assentamentos*, *25*(2), 266-299.

Temple, D. (1999). *Théorie de la réciprocité*. Éditions Quæ.

Zauli, E, M. *Grupos de interesse e ação coletiva: uma crítica formal a Mancur Olson*. http://www.ibase.org.br/~desafio

CHAPTER XVI

BETWEEN FEAR AND AMBIGUITY: AN ANALYSIS OF 'DROENHA' BY JOÃO GUIMARÃES ROSA

ENTRE O MEDO E A AMBIGUIDADE: UMA ANÁLISE DE “DROENHA” DE JOÃO GUIMARÃES ROSA

DOI: 10.51859/amplla.sset.2124-16

Sávio de Souza Carlos [1]
Antonia Marly Moura da Silva [2]

[1] Mestre em Ciências da Linguagem pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (PPCL/UERN)
[2] Doutora em Letras pela Universidade de São Paulo (USP).

ABSTRACT

Fear is a natural feeling capable of preserving life in situations of imminent danger. The various global tragedies, the violence of wars, and the emergence of despotic leaders have, over time, elicited immediate reactions among both courageous and timid individuals. In addition to being a collective sentiment, fear evokes similar sensations in artistic experiences: cinematographic productions, frescoes, among other manifestations, use its effect to recreate the human experience. Guimarães Rosa honored the theme in celebrated tales of Brazilian literature and in his novel Grande Sertão, where Riobaldo is constantly led to question the dangers offered by the backlands. The character's misfortunes and the hardships of a life turned towards banditry are characteristics of the fear's effect surrounding Rosian creation. This work aims to analyze the connections of fear and its constitution in the short story "Droenha," published in the collection Tutameia: Third Stories (1967). To do so, we will draw upon the reflections of Delumeau (1978), Roas and García (2013), in order to trace perspectives on the aspects of fear and its integration into literary art. Additionally, it is worth highlighting significant titles from the critical fortune of João Guimarães Rosa, including Ronai (1991), Novis (1989), texts that allow us to identify notable marks of the author's style. In the intended reading, we defend the hypothesis that in "Droenha," fear arises from insecurity regarding the location: the Serra on the outskirts of the world, a place of solitude, desolation far from social interaction, but above all a place of criminal fugitives. Jenzirico constantly feels watched by someone, and the nature of his delirium compels him to perceive the reality in which fear inserts complete uncertainty about judgment.

Keywords: João Guimarães Rosa. Short Story. Fea.

RESUMO

Ter medo é um sentimento natural, capaz de conservar a vida em situação de perigo iminente. As diferentes tragédias mundiais, a violência das guerras e o aparecimento de líderes déspotas provocaram, ao longo do tempo, reações imediatas entre os seres corajosos e retraídos. Além de ser um sentimento coletivo, o medo instiga sensações semelhantes na experiência artística: as produções cinematográficas, ar-frescos, entre outras manifestações, usam de seu efeito para recriar a experiência humana. Em torno de suas produções, Guimarães Rosa prestigiou o tema em célebres contos da literatura brasileira e em seu romance Grande Sertão, em que Riobaldo é constantemente levado a questionar os perigos oferecidos pelo sertão. As desventuras do personagem e os infortúnios da vida voltada à jagunçagem são características do efeito do medo ao derredor da criação

rosiana. Este trabalho tem como objetivo analisar os enlaces do medo e sua constituição no conto “Droenha”, publicado na coletânea Tutameia: terceiras estórias (1967). Para tanto, utilizar-se-á das reflexões de Delumeau (1978), Roas e García (2013), no intuito de traçar perspectivas acerca dos aspectos do medo e sua integração à arte literária. Além disso, convém destacar títulos significativos da fortuna crítica de João Guimarães Rosa, da qual convém destacar Ronai (1991), Novis (1989) textos que nos permitem a identificação de marcas notáveis do estilo do autor. Na leitura pretendida, defende-se a hipótese de que em “Droenha”, o medo insurge da insegurança em relação ao local: a Serra nos arrabaldes do mundo, lugar de solidão, desolação longe do convívio social, mas sobretudo lugar de fugitivos criminosos. Jenzirico se sente constantemente vigiado por alguém e a natureza do seu delírio o impele a perceber a realidade em que o medo insere total insegurança sobre o juízo.

Palavras-chave: João Guimarães Rosa. Conto. Medo.

1 INTRODUÇÃO

O tema do medo chama a atenção de estudiosos de diversas áreas do conhecimento, o que, por si só, revela sua característica ambígua, a saber: o medo, embora seja muitas das vezes uma sensação repugnante, é atrativo. Isso não foge ao campo da literatura. Uma vez consolidado como um assunto universal, o texto literário, tão intimamente ligado ao desenvolvimento do homem, também reitera o medo como um dos temas principais.

Não é difícil encontrar relatos na história acerca do medo: guerras de povos primitivos, doenças que assolaram a Idade Média, instituições déspotas que subjugaram povos, as revoluções europeias e tantos outros eventos manifestam claramente sua natureza. Mas, mesmo em relação aos eventos do passado, o medo não pode ser considerado o mesmo.

Por assim dizer, cada tempo cria medos diferentes, sensações de temor que se chocam com a realidade, produzindo efeitos e consequências distintas. Pela mesma razão, Roas e García (2013, p. 62 grifo do autor) afirmam: “No hablamos forzosamente del carácter más o menos “curtido” del espectador, sino también de cómo determinados relatos, que en su tempo suscitaron terror, han acabado por envejecer hasta el punto de resultar hoy en día más risibles que pavorosos”.

Dessa maneira o medo é um sentimento plural e indissolúvel, que se resiste e renasce a partir de uma série de outras manifestações. Mesmo os relatos que são hoje risíveis, que não passam de anedotas para os contemporâneos, foram capazes de transformar profundamente a organização do homem em torno de sua

sobrevivência. Sem o medo, não haveria feitos extraordinários cuja natureza conhecemos a partir das histórias transpassadas por gerações.

Neste trabalho, buscar-se-á entender como o medo se configura na estrutura de “Droenha”, narrativa que faz parte da coletânea *Tutameia: terceiras estórias* do escritor João Guimarães Rosa. O estilo rosiano em “Droenha” se desenvolve a partir de uma problemática inicial: o drama do personagem que é fugitivo de um crime cuja veracidade só é revelada ao fim da estória. Para tanto, utilizar-se-á das reflexões de Delumeau (1978), Roas e García (2013), no intuito de traçar perspectivas acerca da história do medo e sua integração à arte literária. Além disso, convém destacar títulos significativos da fortuna crítica de João Guimarães Rosa, da qual ssinala-se Covizzi (1978), Ronai (1991), Novis (1989) e Bosi (2002) textos que nos permitiram a identificação de marcas notáveis do estilo do autor.

2 O MEDO E SUAS MANIFESTAÇÕES: AMBIGUIDADE EM TORNO DO SENTIMENTO

Não se deve, no entanto, pensar no medo apenas como um sentimento negativo, pois ele é a condição necessária para manutenção da vida, como afirma Delemeau (1978, p. 13) o medo “es ambiguo. Inherente a nuestra naturaleza, es una muralla esencial, una garantía contra los peligros, un reflejo indispensable que permite al organismo escapar provisionalmente a la muerte.” Sem o medo, o organismo humano estaria indefeso em situações de perigo e é exatamente por essa razão que esse sentimento é capaz de preservar a vida humana.

Se inerente, também é natural e, diferentemente dos outros animais o homem pensa constantemente em sua morte, ou ameaças a condições próprias de sua vida. Delemeau (1978, p. 13) afirma que

> el animal no antecipa su muerte. El hombre, por el contrario, sabe -muy pronto- que morirá. Es, por tanto, "el único en el mundo que conoce el miedo en un grado tan temible y duradero"46. Además, observa R. Caillois, el miedo de las especies animales es único, idéntico a sí mismo, inmutable: el de ser devorado. "Mientras que el miedo humano, hijo de nuestra imaginación, no es uno sino múltiple, no es fijo sino perpetuamente cambiante"47.

Estar consciente de que, a qualquer momento, algo pode retirar sua vida, conforme o autor, confere ao homem a sensação desagradável de conhecer o medo em seu mais alto grau. Isso significa também que a natureza do medo não se restringe somente à insegurança em relação à vida, mas há tipos diferentes, despertados por objetos distintos.

Nesse sentido, o medo humano é múltiplo e recria processos baseado na própria imaginação, que é fruto de uma herança genética, como considera Roas e García (2013, p. 59): “el miedo que experimenta nuestra especie, a diferenza de otros animales, no se corresponde forzosamente com un peligro actual, sino que configura, em su herencia biológica o antropológica, um imaginário donde se percibe la huella de uma intemperie ancestral.”

O medo pode ser definido como uma sensação, muitas vezes precedida por uma surpresa. A reação à sensação difere de indivíduo para indivíduo e mesmo que esse sentimento fosse provocado, enquanto experiência em grupo, ainda assim, haveria disparidades pela maneira de sentir e reagir ao medo.

De acordo com Delemeau (1978), é preciso resgatar os elementos que caracterizam a formação do sujeito, para que se compreenda os efeitos ou a natureza do medo. As civilizações antigas tinham medo dos fenômenos naturais, visto que ainda não conseguiam dominá-los. No entanto, em todas elas, o medo tem o curioso efeito de temer a uma ameaça: “el miedo es, en este caso, el hábito que se tiene, en un grupo humano, de temer a tal o a cual amenaza (real o imaginaria)” (DELEMEAU, 1978, p. 19). Nesse sentido, a história da civilização é marcada pelo medo, circunscrito ao próprio desconhecimento do homem e, continuamente, recriando novas formas de manifestações. O medo sentido pelas sociedades primitivas não é mesmo sentido pelo homem contemporâneo.

Não se deve, no entanto, pensar no medo apenas como um sentimento negativo, pois ele é a condição necessária para manutenção da vida, como afirma Delemeau (1978, p. 13) o medo “es ambiguo. Inherente a nuestra naturaleza, es una muralla esencial, una garantía contra los peligros, un reflejo indispensable que permite al organismo escapar provisionalmente a la muerte.” Sem o medo, o organismo estaria indefeso em situações de perigo: é exatamente por essa razão que esse sentimento é capaz de preservar a vida.

Se inerente, também é natural e, diferentemente dos outros animais o homem pensa constantemente em sua morte, ou ameaças a condições próprias de sua vida. Estar consciente de que, a qualquer momento, algo pode retirar sua vida, confere ao homem a sensação desagradável de conhecer o medo em seu mais alto grau. Isso significa também que a natureza do medo não se restringe somente à insegurança em relação à vida, mas há tipos diferentes, despertados por objetos distintos.

Nesse sentido, o medo humano é múltiplo e recria processos baseado na própria imaginação, que é fruto de uma herança genética, como considera Roas e García (2013, p. 59): “el miedo que experimenta nuestra especie, a diferenza de otros animales, no se corresponde forzosamente com un peligro actual, sino que configura, em su herencia biológica o antropológica, um imaginário donde se percibe la huella de uma intemperie ancestral.” A herança mencionada pelo autor é fruto da formação de um sujeito, histórico e social, que sofre o impacto de uma mudança também provocada por si mesmo.

Na literatura em geral, o medo é um tema muito bem desenvolvido, ora com o aparecimento de fantasmas e seres fantásticos, associados às histórias urbanas, mas também com o drama acerca do desconhecido. E. A. Poe, sem dúvida, é um escritor particular nesse sentido. A miríade de estórias em que o medo está circunscrito, perscrutando os personagens – “O gato preto”, “William Wilson” entre outros – são marca da poética das tragédias de Poe. No Brasil, a coletânea de “Noite na Taverna”, é um exemplo clássico de integração da temática à arte literária. Poucos escritores souberam assimilar o efeito do medo em suas produções. Álvares de Azevedo se sobressai pela criatividade e acertos nas proposições sobre o tema.

João Guimarães Rosa, em *Grande Sertão: veredas* dá voz a Riobaldo, para quem o sertão é o mundo e lugar onde a violência predomina pelos jagunços. Mas não são só as coisas materiais que provocam o sentimento, o personagem também declara que “o diabo, é às brutas; mas Deus é traiçoeiro! Ah, uma beleza de traiçoeiro — dá gosto! A força dele, quando quer — moço! — me dá o medo pavor! Deus vem vindo! ninguém não vê. Ele faz é na lei do mansinho — assim é o milagre” (ROSA, 1994, p. 25). O contraste entre Deus e o diabo, as forças místicas e o desconhecido são temas predominantes no romance.

Um exemplo que convém destacar é do conto “Famigerado”. A narrativa conta a história de um grupo de cavaleiros que, certa feita, vai à casa de um doutor interromper a tranquilidade comum do dia a dia, em busca de uma “opinião explicada”. A primeira impressão do doutor é de medo diante da dúvida acerca do evento, como diz “Eu não tinha arma ao alcance. Tivesse, também, não adiantava. Com um pingo no í, ele me dissolvia. O medo é a extrema ignorância em momento muito agudo. O medo **O. O** medo me miava” (ROSA, 2008, p. 55, grifo nosso). O recurso destacado já aparece como inovação estilística do autor, onde Rosa utiliza a vogal “o” para criar

um símbolo, à semelhança do que se conhece hoje como emoji, para destacar a cara de espanto do personagem.

3 SOLIDÃO E CULPA: JENZIRICO E O MEDO DO DESCONHECIDO

O livro *Tutaméia: Terceiras Estórias* teve a sua primeira publicação no ano de 1967, mesmo ano do falecimento de seu autor. A coletânea conta com quarenta contos, entre eles “Droenha”. As narrativas estão organizadas em ordem alfabética. A engenhosidade da obra encontra-se já desde sua titulação, apresentando a característica pitoresca da linguagem – marca essencialmente rosiana – cujos processos linguísticos sofrem alterações marcantes, seja a nível sintático, semântico, fonético ou morfológico. Barbosa (*apud* NOVIS, 1989, p. 16) comenta que

> a última obra de João Guimarães Rosa não pode ser lida como diluição da obra-prima de 1956, mas como fragmento de uma totalidade de que, também aquela, faz parte. E esta totalidade, no limite, chama-se linguagem da ficção de tal modo trabalhada que redunda em seu correlato essencial: a ficcionalização da linguagem.

Nesse plano da linguagem, *Tutaméia* é mais uma criação que demonstra o interesse do autor em transgredir com as formas convencionais da arte, tendo em vista o ideal moderno de produção. No entanto, não o faz de maneira solitária, mas junta-se a outras grandes invenções de Guimarães Rosa, como *Grande Sertão: Veredas* e as demais obras de contos.

Rónai (1991, p. 527) comenta, após averiguar na definição de Aurélio, que tutaméia corresponde a “ninharia, quase nada, preço vil, pouco dinheiro”, ou ainda, na definição do próprio Guimarães Rosa, “nonada, baga, ninha, inânias, ossos de borboleta, quiquiriqui, mexinflório, chorumela, nica”. Diante disso, se poderia afirmar que o autor parece brincar com o leitor ao supostamente diminuir o valor de sua obra, mas o crítico aponta para a hipótese do significado mágico das palavras em Guimarães, “confirmando a asserção de que o ficcionista pôs no livro muito, senão tudo, de si” (RÓNAI, 1991, p. 528).

Além disso, o subtítulo também insere um questionamento importante, uma vez que chama *terceiras estórias* sem que haja a publicação das *segundas estórias*. Muitos autores afirmam o caráter subversivo da obra, no que tange ao aspecto lógico, fazendo correspondência através da perda da sequência numérica. Nenhuma hipótese foi acatada pelo autor, o qual, ao ser questionado por um de seus críticos a respeito do assunto afirmou: “o autor não diz nada” (RÓNAI, 1991, p. 528). Essa

dificuldade de enquadrar uma forma perfeita para Guimarães demonstra o poder de transgressão do seu estilo que caminha no contrassenso das ideias convencionais acerca da arte literária.

Em “Droenha”, Jenzirico, o personagem protagonista, é fugitivo de um crime e instala-se em uma Serra, conforme assinala a narrativa, lugar em que “viviam certos fugidos criminosos;” (ROSA, 2009, p. 56). O herói é guiado até o local por Izidro, amigo e confidente. A Serra é apresentada como um ambiente distante da cidade, longe de tudo e de todos, e, sendo terra de fugidos, soma-se a característica de ser recanto de sujeitos criminosos: “la topar de perto os outros definidos foragidos, se dizia que plantavam mandiocal, milhos, deparando com esses não havia de estranhar o acaso” (ROSA, 2009, p. 56-57). Essa ambientação inicial já provoca certa sensação do medo vivenciada pelo personagem.

O conto inicia-se com a seguinte declaração: “Amanhecendo o sol dava em desverde de rochedos e pedregulho, fazia soledade, de repente, silêncio. Ventava, porém. Era ali lugar para pasmos; estava-se também perto das nuvens” (ROSA, 2009, p. 56). O *desverde* e a presença demasiada das pedras dão ao lugar um ar cinzento, típico da atmosfera de terror, além da observação feita pelo narrador de que era lugar para pasmos.

O fato é que “Droenha” não se distancia absolutamente em nada das demais narrativas que compõem *Tutameia*. Começando por “Antiperipleia”, o livro guarda o mistério por trás da relação entre o título e a estória, seja pelo viés semântico ou fonético – marca inconfundível do escritor mineiro. Observando a palavra *droenha*, o encontro entre as consoantes *d* e *r*, também reforçadas a partir de outras expressões ao longo da narrativa, dão ritmo e poesia, reiterando a proposta de deslocamento do personagem para um lugar inóspito. Silva (2013, p. 506) afirma que

> Esses sons materializam narrativa uma dimensão plástica e sonora do espaço ocupado pelo personagem, ampliando as possibilidades de significação do modo como vive Jenzirico naquela Serra, longe de tudo e de todos. Sugere a atmosfera do espaço ocupado ao compor, de modo engenhoso e poético, a melodia das pedras que caem com a força do vento – os sons ouvidos por Jenzirico – construindo uma ideia da musicalidade contida na paisagem.

A sonoridade assimila-se ao processo de criação do ambiente em que se encontra Jenzirico. O ruído do vento e barulho das pedras fortalecem a sensação de solidão vivida pelo personagem, fugitivo do crime, longe do contato social. Os sons, indispensáveis à compreensão da poética rosiana, são também responsáveis por

manter o leitor constantemente inserido na desolação do personagem. E porque só, configuram o efeito do medo: todo e qualquer ruído, minimamente provocado pela natureza, é razão para sentir-se vigiado. O ambiente ganha uma performance enigmática e o juízo espreita todo e qualquer movimento na Serra.

O efeito do medo é capaz de suscitar tensão e captar o leitor diante de uma atmosfera necessária para que se cumpra o pacto narrativo, conforme Roas e García (2013, p. 64) assinalam, “la presencia del miedo es condición indispensable para que el pacto narrativo llegue a realizarse plenamente, y se cumplan sus reglas de verosimilitud o suspensión de la incredulidad”. Por *pacto narrativo*, entende-se que a narrativa deve cumprir com aquilo que promete, ou seja, se é uma história de terror, chegue a provocar o medo em seus espectadores.

Jenzirico é a representação do homem que não pode esconder-se de sua consciência, involucrado pela culpa, o pensamento constantemente se virando contra si, como se contemplasse seu rosto em um espelho. Não bastasse o infortúnio de estar-se só, desolado, tem de conviver com o crime, como afirma:

> Muito fino respirava. Tinha de resguardar mochila e saco, para descanso, dormir mesmo pudesse; numa reentrância, quase gruta, se agasalhara do ar. Diante avistava penhasqueira, a pique, prateleiras de pedra. Só perigos o esperassem, repelia pensamentos, ninguém está a cobro da doideira de si e dos outros. Ali era um alpendre (ROSA, 2013, p. 56).

Vive um pesadelo, uma fuga de si, tentando esquivar-se dos próprios olhos. Não pode dormir, porque a consciência grita os temores provocados pelo crime e põe, rente um ao outro, o sujeito e o assassino. O contraste entre estar em um grandioso alpendre, poder do alto da Serra contemplar as inúmeras riquezas, ter a sensação de liberdade, e, ao mesmo tempo, preso aos pensamentos. A Serra não aparenta ser um lugar seguro, como considera o narrador em “só perigos o esperassem”. O medo, dessa maneira, espreita Jenzirico por fora, pelos perigos que lhe oferecem o lugar, mas também pelo desconforto de conviver com o crime. Por todos os lados se vê desolado, abandonado e esquecido, apenas com mochila e saco, os quais tinha de os resguardar.

O herói encontra-se apenas com uma espingarda e faca. O revólver foi lançado fora depois do crime. A única promessa reconfortante é a de que Izidro voltaria com mantimentos e conselhos. Jenzirico tivera de matar Zèvasco, o “tranca-ruas”, conforme narra a estória, “ele tivera de a tiro acabar, por própria justa defesa, é quando a gente se estraga. Viu que temia menos a lei que caso de desforra dos

parentes” (ROSA, 2009, p. 56). Como se tentasse justificar o crime *por justa defesa* de um personagem que temia menos a lei do que o desacato da família, Jenzirico, caso estivesse livre da culpa, não tinha a necessidade de esconder-se. O medo, como sentimento que preserva a vida, leva-o para a Serra a procura de segurança, mesmo com o perigo iminente eliminado.

A ameaça de Zèvasco também caracterizada pela dimensão semântica circunscrita em seu nome. Um prefixo inserido da abreviação do nome “José” associado, ao que autora acredita ser o verbo *vascolejar* como desenvolve

> Acreditamos que o desassossego provocado no lugarejo, aproxima o vocábulo do significado de “vascolejar” – “agitar”, “perturbar”, “inquietar” – atitudes vividas por esses indivíduos, fascinados pela guerra, que perturbam o sossego dos moradores do lugar, ocupam territórios públicos, “trancando ruas”, para assim opor-se à regularidade da lei, agredindo a todos sem qualquer motivo, “sem eis nem pois”, como afirma o narrador (SILVA, 2013, p. 502-503 grifos do autor).

O desconforto causado pela presença de Zèvasco no lugarejo, chamado de “tranca-ruas”, não se restringe apenas a uma ameaça ao próprio Jenzirico, o qual sofreu a ação da desforra, mas amplia-se, porque é uma ameaça local. Nesse sentido, o perigo representado pelo personagem constrange a população. No entanto, o herói resolve tomar uma atitude, mas, a partir de então, não será mais o mesmo, como ressalta o narrador em “é quando a gente se estraga” - vencer o temor de Zèvasco é criar um novo medo.

Quando Jenzirico resolve conhecer o local, lembra-se pela primeira vez de seu nome: “Sobrestado, tardador, quis escolher qual rumo, mão em arma. *Jenzirico*... — ele súbito se advertiu, vez primeira atentava em seu nome, vasqueiro, demais despropositado” (ROSA, 2009, p. 56 grifo do autor). O crime pode ter provocado o desconhecimento de sua própria identidade, transformando-o agora em um novo sujeito. Desconhecido de si e dos outros, Jenzirico não pertence mais ao seu próprio mundo e a alucinação entra em cena como elemento que causa dubiedade das informações, por isso conclui o narrador: “Se benzeu, sacou de ombros, tudo sucedia por modo de mentira” (ROSA, 2009, p. 56).

Essa alucinação é constatada por Silva (2013, p. 504) como decorrente “do efeito do álcool, do delírio da febre ou como consequência do limiar do estado de sonolência comum entre o dormir e o despertar ou o tornar a si, questões que permeiam a narrativa”. O caráter da dualidade assinalado em seu trabalho demonstra com perspicácia que o efeito do medo também é gerado pela inquietação sobre o

entorno do personagem. Jenzirico não está contente na Serra, pelos engodos que podem suscitar novos problemas ao longo da narrativa, mas especialmente em razão do lugar, até porque “caçadores e seus cachorros frequentavam os campestres das vertentes. Entortado espiava. De temer a gente tinha de fazer costume” (ROSA, 2009, p. 57). Não estar seguro põe o personagem sempre à beira de uma nova desventura, associada constantemente ao fato de que Jenzirico busca um refúgio, mínimo que seja, mas que lhe traga paz.

Além disso, a Serra é habitada por um gama de bichos, entre eles os mocós, com seus olhares curiosos por entre as profundas fendas; a variação da vegetação em contraste com o cenário pedregoso; altas árvores e um *miriquilho de vala*, onde Jenzirico tem a oportunidade de beber água. Nesse intervalo de passeio e reconhecimento do local, o herói se depara com um homem nu, como declara Rosa (2009, p. 57):

> Inda então andou mais. Deu com miriquilho de vala, ajoelhou-se, bebia água e sol. Mas — no relancear — viu! Desregulado enxergara, a sombra, assomo de espectro? Por trás de buranhém e banana-brava, um homem, nu, em pelo. Ninguém, nem. O ruído nenhum, rastro não se dando de achar. Correu, de través levantada a espingarda, rolou quase por pirambeira, chegou à meia-gruta frente ao mocozal. Caindo se sentou, com restos de tremer, sentia no oco da boca o tefe do coração. Só apalpou a cabeça: o chapéu, de toda aba, ele perdera.

A transformação do personagem – o valente que matou Zèvasco e agora foge de um espectro, uma sombra, um homem nu – marcada pelo gesto inconfundível de esconder-se na gruta. Corre do desconhecido, pois não sabe certamente o que lhe espera, uma vez que o medo lhe cerra a razão, todas as possibilidades estão em aberto. O medo também é reforçado pelas expressões “com restos de tremer” e “sentia no oco da boca o tefe do coração” que dão a ideia da agonia do personagem diante do evento. A passagem termina com a afirmação de que Jenzirico perdera o chapéu.

O efeito do álcool, única alternativa para quem não tinha café, também cria a sensação da multiplicidade de formas das coisas. Jenzirico não consegue mais enxergar a realidade, pois “virava falseio, divago, a visão de antes” (ROSA, 2009, p. 57). Afogado na cachaça e na solidão, desorientado completamente do mundo, não distingue o verdadeiro do falso, somando-se a isso o fato de que o personagem precisa encontrar conforto para dormir.

Em “Droenha”, o medo reaparecerá pelo sumiço imediato das vestimentas do personagem. A princípio, Jenzirico pensa haver relação com os macacos até

confirmar que a única ameaça a ser temida na Serra é a da gente: “tivesse um o ousio de aqueles ir procurar, por companhia? *A gente tem de temer a gente*” (ROSA, 2009, p. 57 grifo nosso). Justamente, o medo mais temido é o que lhe desperta do sono: “Despertou — ouvindo espirro humano” (ROSA, 2009, p. 57).

A expectativa criada em torno do sumiço das roupas desperta dúvidas em Jenzirico – se, de fato, a ameaça fosse humana, o personagem seria capaz de matar para sobreviver. Mas o temor põe em dúvida os alicerces do pensamento, rememorando uma série de tensões vividas pelo herói. Se é considerado criminoso, muito mais o seria mediante a refeita do crime, assimilando a Zèvasco, o homem que via na violência uma forma de prazer.

Supõe, no entanto, tudo não passar de uma imaginação, delírio ocasionado pela repentina volta dos pensamentos, como se estivesse com febre. Ao entrar na *lagoazninha*, nota que seus pertences – roupa, espingarda e alpercatas – tudo desaparece. O clímax é elaborado sob a visão de um homem nu, em pelo e o desespero de Jenzirico diante da situação:

> Nu chorando ele fechava os olhos, com vergonha da solidão. Medo. Esperou o de vir, pavor, era como os transes. Ele remexia no podre dos pensamentos. Tão então. — *Matei, sim...* — gritou, padecidamente, confessava: ter atirado no perverso Zèvasco, que na rua escura o agredira, sem eis nem pois; e fugido, imediato, mais de nada se certificando... Escutasse-o o ermo, ninguém? Clamou, assim mesmo alto e claro falou, repetia, o quanto de si mesmo o livrasse, provia algum perdão (ROSA, 2009, p. 58)

A solidão lhe oprimia com efeito, à espreita do desconhecido e o pensamento como uma agulha perfilando o coração do homem culpado. Até a confissão, Jenzirico sofre, morre aos poucos pela ignominia do crime. Mas ao gritar, estardalhado, repuxa do âmago da sua alma encontra o conforto da remissão do pecado, como se estivesse diante da sentença de liberdade. A confissão do crime retira a tensão que envolve o sentimento de culpa. No entanto, não se sabe certamente se alguém o ouviu, está perdido entre a verdade e a falsidade dos sentidos que constantemente se voltam contra si.

A aparição do homem, o desdobramento do duplo[1] é uma importante característica que marca o tom insólito da passagem. Para Silva (2013, p. 503)

[1] Entende-se que a temática já foi desenvolvida em outros trabalhos. Como o foco deste artigo é o tema do medo, não se há nenhum capítulo em torno do verbete “duplo”. O trabalho de Silva (2013) é uma importante contribuição acerca do assunto.

> A nudez, em “Droenha” configura-se como uma procura obstinada do ser em si mesmo. A imagem do sujeito desamparado que quer reconhecer-se e por isso tenta romper com as amarras de seu mundo, trazendo à tona a ideia de alienação quanto à própria totalidade, questões textualmente referidas no texto.

Alienado de si e do mundo, Jenzirico é um sujeito perdido tanto por não se reconhecer, como por estar em um local desconhecido. As ameaças são, portanto, um ponto importante no desdobramento do personagem que precisa se retificar diante dos acontecimentos, mas é levado a questionar a realidade em sua volta.

O conto se encerra com a declaração de que Tovasco, irmão de Jejibirro, mata Zèvasco para vingar o sumiço do mesmo irmão. Jenzirico agora pode descansar, a saúde é renovada pela remissão da culpa e o personagem volta ao seu “mundo sueto”, tomando as suas vestimentas e pronto caçar os mocós. A encenação do cotidiano ganha vida para retomar a consciência e o juízo de Jenzirico assaltados pelo crime.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nota-se que há uma pluralidade de campos do conhecimento que estudam o medo em sua forma mais primitiva. Ligado ao desenvolvimento humano, a literatura, que também é tão indispensável para si, reitera sua forma peculiar entre os grandes clássicos e as grandes estórias contadas ao longo do tempo. Em Guimarães Rosa, o medo é um tema recorrente, como foi ligeiramente observado no romance Grande Sertão e o conto “Famigerado”.

Mas é em “Droenha” que o medo é criado pela solidão e o desconhecimento do personagem em relação ao local, longe do seio familiar e cultivo social. Não bastasse a reclusão, tem de viver inteiramente a espreita do entes que habita a Serra, que está nos arrabaldes do mundo, tão próxima do céu. No entanto, tem o seu pensamento preso por uma consciência que constantemente o acusa de um crime não-feito

REFERÊNCIAS

DELEMEAU, Jean. **El miedo en el Ocidente.** Taurus, 1978.

NOVIS, Vera. **Tutaméia:** engenho e arte. São Paulo: Perspectiva, 1989. (Debates, 223).

ROAS, David; GARCÍA, Patrícia. **Visiones de lo fantástico:** aproximaciones teóricas. Málaga: e.d.a. libros, 2013.

RONAI, Paulo. Tutaméia. *In*: COUTINHO, Eduardo F. **Guimarães Rosa**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1991..

ROSA, João Guimarães. **Grande Sertão:** Veredas. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1994.

ROSA, João Guimarães. **Primeiras estórias.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2008.

ROSA, João Guimarães. **Tutameia:** Terceiras Estórias**.** Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2009.

SILVA, Antonia M. Moura da. “Tudo sucedia por modo de mentira”: o duplo e o insólito em “Droenha”, conto de João Guimarães Rosa. Textos Completos do XI painel - **Vertentes teóricas e ficcionais do insólito**. Rio de Janeiro, 2013.

CHAPTER XVII

INNOVATION AND SUSTAINABILITY: A REVIEW ON POLYMERIC COMPOSITES IN CIVIL CONSTRUCTION

INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE: UMA REVISÃO SOBRE COMPÓSITOS POLIMÉRICOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

DOI: 10.51859/amplla.sset.2124-17

Luana Varela Miranda [1]
Talita Miranda de Sousa [2]
Gypson Dutra Junqueira Ayres [3]
Maria das Vitórias do Nascimento [4]
Albaniza Maria da Silva Lopes [5]
Osires de Medeiros Melo Neto [6]

[1] Pesquisadora Doutora. https://orcid.org/0000-0002-2866-447X.
[2] Doutoranda em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. https://orcid.org/0009-0004-4261-883.
[3] Doutorando em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. https://orcid.org/0000-0001-5260-1682.
[4] Professora Doutora na Universidade Estadual da Paraíba – UEPB. https://orcid.org/0000-0002-5788-5028.
[5] Professora Doutora na Universidade Estadual da Paraíba – UEPB. https://orcid.org/0009-000-7731-0654.
[6] Doutorando em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. https://orcid.org/0000-0002-2535-0969.

ABSTRACT

Aiming the development of environmentally sustainable composite materials, this study proposes to explore the creation of a new construction material, configured in bricks and composed of a diversity of aggregates. These aggregates are agglutinated using polymers, which can be recycled or new, consolidated through a heat treatment process. The main objective is to evaluate the viability of these bricks for use in masonry within the context of civil construction, promoting a more ecological and efficient alternative. To inform the investigation, a comprehensive systematic review was carried out, which collected and thoroughly examined a wide range of data available in current literature on the manufacturing techniques and properties of polymer composites. This review helped to establish a solid foundation of knowledge, ensuring that the development of the proposed material is aligned with contemporary practices and technological advances in the field of composite materials.

Keywords: Concrete. Polymer. Strength.

RESUMO

Visando o desenvolvimento de materiais compósitos ambientalmente sustentáveis, este estudo se propõe a explorar a criação de um novo material construtivo, configurado em blocos e composto por uma diversidade de agregados. Esses agregados são aglutinados por meio de polímeros, que podem ser tanto reciclados quanto novos, consolidados através de um processo de tratamento térmico. O objetivo principal é avaliar a viabilidade desses blocos para uso em alvenarias dentro do contexto da construção civil, promovendo uma alternativa mais ecológica e eficiente. Para fundamentar a investigação, realizou-se uma revisão sistemática abrangente, que coletou e examinou minuciosamente uma vasta gama de dados disponíveis na literatura atual sobre as técnicas de fabricação e as propriedades de compósitos poliméricos. Esta revisão ajudou a estabelecer uma base sólida de conhecimento, garantindo que o desenvolvimento do material proposto esteja alinhado com as práticas contemporâneas e os avanços tecnológicos no campo dos materiais compósitos.

Palavras-chave: Concreto. Polímero. Resistência.

1 INTRODUÇÃO

Para início de discussão deste trabalho e mais ampla visão dos dados disponíveis na literatura acerca da manufatura e caracterização de compósitos poliméricos a fim de utilização na construção civil sem a utilização do componente cimento Portland, foi utilizada a estratégia da revisão sistemática, trazendo evidências da importância e aplicabilidade do tema proposto, além de corroborar com a segurança do estudo através de um processo sistematizado e padronizado de pesquisa.

Uma revisão sistemática tem como objetivo minimizar erros, coletando estudos confiáveis acerca do assunto com conclusões pertinentes e dando suporte às justificativas de decisões pelo autor do presente estudo.

Nesse contexto, alguns passos essenciais são necessários para uma satisfatória revisão sistemática, como uma definição de objetivos claros, o estabelecimento de critérios para eleger os artigos mais adequados ao estudo, o ajuste de uma metodologia replicável, uma busca sistemática eficaz que consiga coletar os artigos elegíveis e a apresentação de forma resumida dos dados de interesse através de discussão comparativa dos resultados. Visando sempre a futura utilização dessas comparações quando novas tecnologias forem instaladas no ramo da construção civil.

2 METODOLOGIA

Para desencadear a condução da revisão sistemática, foram definidas estratégias de busca para identificar os artigos relevantes através dos critérios de exclusão e desenvolvimento dos métodos de síntese dos artigos utilizados.

Com o objetivo de uniformizar e ressaltar o processo pelo qual esta revisão foi conduzida, a Tabela 1 apresenta as fases percorridas nesse método, acompanhadas de suas características e passos principais, além dos resultados finais alcançados ao término desse procedimento.

O primeiro passo foi a definição da pergunta motivadora, a qual é justificada pela necessidade de oferecer uma contribuição satisfatória ao estado da arte de concretos poliméricos em paralelo com os objetivos definidos do trabalho. A designação da pergunta motivadora visa estreitar o campo de atuação desse estudo e limitar as pesquisas, direcionando para os estudos que realmente serão úteis na

discussão e comparação dos resultados. A pergunta motivadora definida foi: Como se comporta e quais são os parâmetros adequados para o uso de concreto polimérico na construção civil?

Tabela 1 - Etapas da Revisão Sistemática

Passos	**Descrição**
Definição da pergunta motivadora	Como se comporta e quais são os parâmetros adequados para o uso de concreto polimérico na construção civil?
Definição da base de dados	Scopus
Escolha de palavras-chave e definição das combinações de busca	Tabela 2
Estratégias de busca	Pesquisa por título, resumo e palavras-chave, combinação com operadores booleanos AND e OR (Tabela 2)
Coleta de trabalhos na base de dados	Leitura de títulos e resumos com coleta de artigos relevantes e exclusão de trabalhos não relevantes
Seleção dos trabalhos e aplicação dos filtros	Aplicação de critérios de exclusão
Extração de dados	Leitura, classificação e organização dos dados
Análise dos resultados	Avaliação e discussão sobre a pergunta motivadora
Síntese da revisão	Síntese dos resultados e escrita da revisão

Fonte: Autoria própria.

2.1 Identificação do estudo

A identificação do estudo tem início com a definição da pergunta motivadora e reflexão acerca dos principais conceitos envolvidos no contexto dos concretos poliméricos, o que caracterizam eles e quais são as principais propriedades geralmente analisadas nesse campo de estudo, além das principais aplicações envolvidas. Após essa etapa, automaticamente, as palavras-chave relacionadas começam a surgir e serem percebidas nos títulos e resumos dos artigos recorrentes ao tema proposto. Para a escolha mais adequada das palavras-chave nos termos de busca, foram utilizadas palavras ou combinações de expressões que melhor representassem o resultado pretendido.

Após a definição e devido agrupamento das palavras-chave, elas foram combinadas de forma a definir a estratégia de busca mais adequada aos resultados esperados dentro do cenário dos concretos poliméricos e suas propriedades. A Tabela 2 vai detalhar as 8 pesquisas definidas de acordo com as cooperações pré-

estabelecidas feitas dentro da plataforma Scopus. Como já mencionado, tal ambiente virtual foi escolhido para a realização das pesquisas, dada a sua elevada e considerável abrangência e relevância científica e acadêmica.

Portanto, os termos foram inseridos no campo de busca e foi selecionada a demanda no título, resumo e palavras-chave na base de dados para recuperação dos estudos que interessem e venham a somar na pesquisa.

Tabela 2 - Combinações de termos de busca utilizadas

Pesquisas	Combinações	Primeiro campo	Operador	Segundo campo
1	A ∩ B	(epoxy concrete) **OR** (polymer concrete) **OR** (epoxy composite) **OR** (polymer composite) **OR** (polymer-based) **OR** (epoxy matrix) **OR** (polymer matrix)	**AND**	Polypropylene
2	A ∩ C	(epoxy concrete) **OR** (polymer concrete) **OR** (epoxy composite) **OR** (polymer composite) **OR** (polymer-based) **OR** (epoxy matrix) **OR** (polymer matrix)	**AND**	(artificial stone) **OR** (concrete brick)
3	B ∩ C	Polypropylene	**AND**	(artificial stone) **OR** (concrete brick)
4	A ∩ D	(epoxy concrete) **OR** (polymer concrete) **OR** (epoxy composite) **OR** (polymer composite) **OR** (polymer-based) **OR** (epoxy matrix) **OR** (polymer matrix)	**AND**	(granite) **OR** (stone dust) **OR** (quarry dust)
5	(A ∩ B) ∩ E	((epoxy concrete) **OR** (polymer concrete) **OR** (epoxy composite) **OR** (polymer composite) **OR** (polymer-based) **OR** (epoxy matrix) **OR** (polymer matrix)) **AND** (Polypropylene)	**AND**	(recycled) **OR** (reuse) **OR** (waste)
6	(A ∩ B) ∩ F	((epoxy concrete) **OR** (polymer concrete) **OR** (epoxy composite) **OR** (polymer composite) **OR** (polymer-based) **OR** (epoxy matrix) **OR** (polymer matrix)) **AND** (Polypropylene)	**AND**	(physical characterization) **OR** (mechanical characterization) **OR** (wear characterization)
7	(C U D) ∩ B ∩ E	(((artificial stone) **OR** (concrete brick)) **OR** ((granite) **OR** (stone dust) **OR** (quarry dust))) **AND** (Polypropylene)	**AND**	(recycled) **OR** (reuse) **OR** (waste)
8	A ∩ G	(epoxy concrete) **OR** (polymer concrete) **OR** (epoxy composite) **OR** (polymer composite) **OR** (polymer-based) **OR** (epoxy matrix) **OR** (polymer matrix)	**AND**	(melted polymer) **OR** (molten polymer)

Fonte: Autoria própria.

2.2 Seleção de trabalhos e aplicação de filtros

Após a pesquisa e coleta dos estudos, a etapa de aplicação dos filtros foi realizada em duas partes: através de critérios que priorizaram a qualidade da revisão sistemática e critérios que focaram na elegibilidade de cada artigo quando relacionado à pergunta motivadora.

Dessa forma, os critérios foram organizados em 7 tópicos, como apresentados na Tabela 4 a seguir. Do primeiro ao quarto critério são basicamente filtros de exclusão relacionados à qualidade da revisão sistemática, priorizando trabalhos diretamente relacionados à tópicos da engenharia publicados em revistas, disponíveis de forma gratuita e na língua inglesa. Essa primeira parte da filtragem foi realizada ainda dentro da plataforma Scopus, em que os artigos restantes após esses primeiros quatro filtros, foram exportados para o ambiente de gerenciamento de referências Mendeley® a fim de simplificar a seleção e aplicação dos outros filtros mais praticamente.

Antes de se proceder à aplicação dos outros 3 critérios de exclusão, foi necessário verificar a duplicidade dos estudos para que não trabalhássemos com duplicatas. Assim, dentro do Mendeley, com o auxílio de uma ferramenta destinada a essa eliminação de artigos duplicados, foi possível excluir os estudos que foram captados mais de uma vez pelas combinações de palavras-chave e também dos artigos que faziam parte de um mesmo estudo geral com dados semelhantes ou que se tratavam do mesmo grupo de pesquisa. Portanto, visando evitar o comprometimento das conclusões apresentadas no resultado final da revisão sistemática, os artigos em duplicata foram devidamente eliminados, suprimindo fontes de possíveis erros.

Na segunda etapa de aplicação dos critérios de exclusão dos artigos, no Mendeley, após eliminação de artigos duplicados, apenas os resumos e títulos foram lidos de forma dinâmica a fim de selecionar os que realmente teriam alinhamento com a pergunta motivadora. Assim, foram selecionados os ensaios e os trabalhos onde se tratassem de compósitos poliméricos sem a participação do cimento, já que se trata de um dos pilares do trabalho atual, visando a produção de um compósito “verde” e ecologicamente correto.

Os artigos que despertassem algum tipo de dúvida, partiriam para a etapa final de triagem para, através da leitura completa, chegar-se a uma conclusão mais assertiva acerca da elegibilidade do mesmo em etapas posteriores.

É importante justificar que não houve a priorização na utilização do critério de estudos publicados apenas nos últimos 5 anos, uma vez que limitaria ainda mais a busca por artigos dentro do tema, pois o desenvolvimento de compósitos poliméricos, ainda que insuficiente, é um tópico que vem evoluindo desde 1950, aproximadamente (Niaki, Ahangari e Pashaian, 2022).

Depois da leitura dinâmica dos títulos e resumos, a análise passou a ser mais aprofundada com a leitura completa dos artigos pré-selecionados observando a relevância e impactos desses estudos, além de perceber se os seus objetivos eram similares aos objetivos propostos no estudo atual. Para isso, um crivo crítico de análise foi necessário para avaliar a real utilidade do artigo na pesquisa, uma vez que muitos artigos captados eram relacionados à compósitos poliméricos com destinação à biomedicina, ou à blendas da engenharia de materiais. Por isso, ao fim do estudo, percebeu-se a insipiência ainda no tema pesquisado.

2.3 Extração dos dados e síntese

No estágio da extração dos dados, os artigos selecionados foram revistos atentamente, a fim da obtenção de dados relevantes relacionados à pergunta de interesse e preferencialmente que contemplassem ensaios similares aos propostos neste trabalho. Os dados qualitativos e quantitativos foram extraídos em planilhas de acordo com os tópicos primordiais.

Em cada artigo, a seleção de dados relevantes para este trabalho, foi um ponto sensível, procurando identificar o polímero específico e a proporção usada em cada mistura. Adicionalmente, saber quais os componentes secundários (agregados) utilizados na mistura também se torna importante em termos de comparação. Sobre a metodologia, além dos ensaios, é imprescindível destacar a temperatura, pressão e tempo em que é feita a moldagem das amostras de cada estudo. Os ensaios mais visados para a análise nesse estudo foram a resistência à compressão, a resistência à tração, a resistência á flexão, os ensaios de abrasão (desgaste), as análises térmicas envolvendo DTA (análise térmica diferencial), análise termogravimétrica (TGA) e termogravimetria derivada (DTG), a absorção de água e análises microscopia eletrônica de varredura (MEV). Ademais, o objetivo de cada estudo e suas principais conclusões foram tomadas nota a fim de corroborar com a síntese final desta revisão sistemática.

3 RESULTADOS DA REVISÃO

Na Tabela 3 abaixo é possível notar que a pesquisa no geral retornou uma captação de 18798 artigos, que é resultado das 8 combinações de termos de busca escolhidos, dos quais restaram 7496 após a aplicação do primeiro filtro relacionado aos estudos focados na área de engenharia. Esse foi o filtro que mais eliminou artigos da pesquisa. Após essa primeira seleção, os 6 critérios restantes foram aplicados conforme destacado na Figura 1.

Tabela 3 - Estudos da pesquisa na base de dados

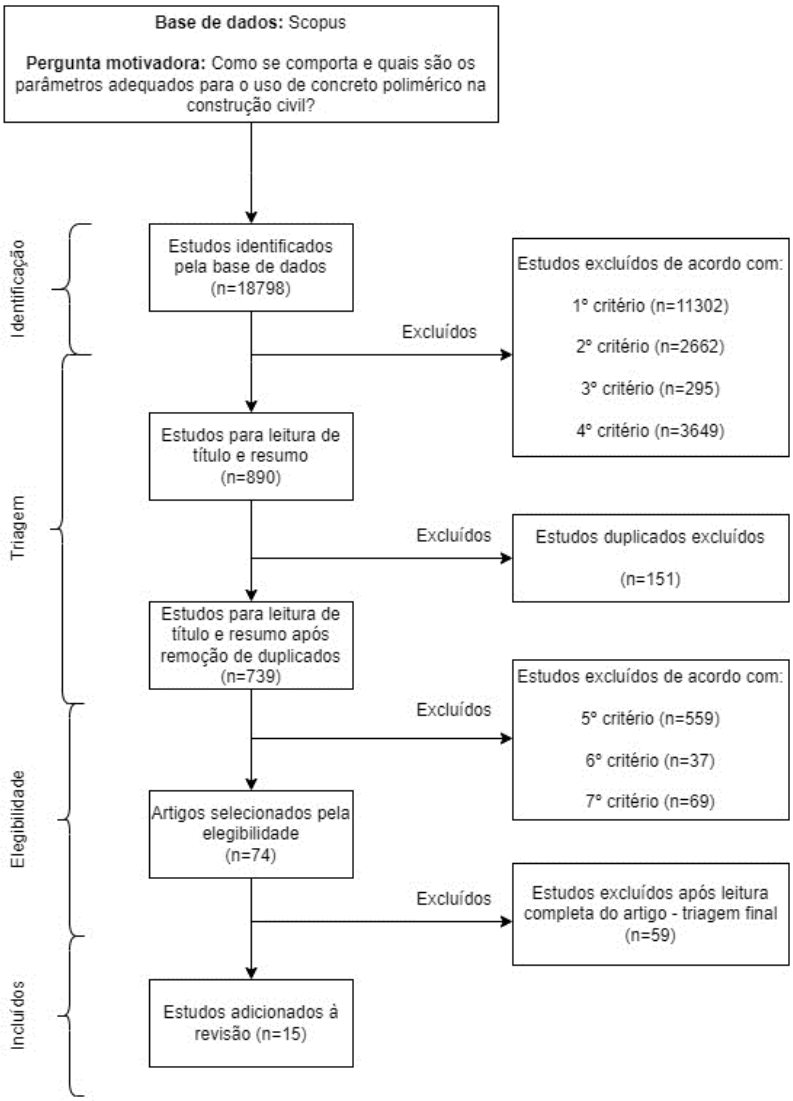
Pesquisas realizadas	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**Total**
Artigos no Scopus	13732	540	78	358	1347	832	65	1846	18798
Artigos após foco na área de Engenharia	5238	406	56	225	500	345	43	683	7496
Excluídos	8494	134	22	133	847	487	22	1163	11302

Fonte: Autoria própria.

Assim sendo, após a limitação à área de estudo da engenharia e passar pela triagem inicial de mais 3 critérios, sendo eles a limitação a artigos publicados em revistas (journal papers), trabalhos em língua inglesa e artigos disponíveis completos gratuitamente online, além da remoção de trabalhos duplicados, restaram 739 estudos para leitura de título e resumo para que passassem pela análise dos critérios 5 a 7, que envolvem a relação com a pergunta motivadora, os ensaios incluídos e a não inclusão do cimento Portland.

Finalmente, após a aplicação de todos os filtros destacados e feita a triagem final através da leitura completa dos artigos, foram selecionados 15 estudos que tratam de diferentes metodologias de compósitos poliméricos na engenharia.

Figura 1 – Fluxograma da revisão sistemática



Fonte: Autoria própria.

3.1 Caracterização dos Estudos

A Tabela 4 apresenta os artigos selecionados para compor esta revisão sistemática. Os autores, ano de publicação e o título são destacados nas colunas da tabela, e serão utilizados na identificação dos estudos no decorrer do texto.

Tabela 4 - Estudos selecionados para revisão sistemática

Ref.	Citação	Título
1	Fomina & Khozin (2021)	Compatibilization of polymer mixtures during processing of waste products from thermoplastics
2	Azeko *et al*. (2023)	Eco-friendly green composites reinforced with recycled polyethylene for engineering applications

Ref.	Citação	Título
3	Salaou *et al*. (2021)	Performance of Polypropylene Fibre Reinforced Laterite Masonry Bricks
4	Sarkar *et al*. (2008)	Polypropylene-clay composite prepared from Indian bentonite
5	Phuong *et al*. (2010)	Relationship between fiber chemical treatment and properties of recycled pp/bamboo fiber composites
6	Gupta *et al*. (2012)	Mechanical, Thermal Degradation, and Flammability Studies on Surface Modified Sisal Fiber Reinforced Recycled Poplypropylene Composites
7	Kiruthika *et al*. (2021)	Different aspects of polyester polymer concrete for sustainable construction
8	Lee *et al*. (2015)	Manufacture of polymeric concrete on the Moon
9	Romero *et al*. (2018)	Experimental assessment of the heal-ability of a polymer bonded sand
10	Miranda *et al*. (2017)	Solar bricks for lunar construction
11	Piratelli-Filho & Shimabukuro (2008)	Characterization of compression strength of granite-epoxy composites using design of experiments
12	Carvalho *et al*. (2018)	Novel Artificial Ornamental Stone Developed with Quarry Waste in Epoxy Composite
13	Gonçalves *et al*. (2014)	Mechanical properties of epoxy resin based on granite stone powder from the Sergipe fold-and-thrust belt composites
14	Oh *et al*. (2021)	Sectioned processing of compaction self-assembly of an ultralow-binder-content particulate composite
15	Silva *et al*. (2023)	Characterization of artificial stone developed with granite waste and glass waste in epoxy matrix

Fonte: Autoria própria.

3.2 Caracterização Metodológica

Dos artigos selecionados, nota-se que o intuito de aplicação do compósito polimérico para a indústria da construção civil representa cerca de 60% das pesquisas aqui consideradas, ou seja, a maior parte dos artigos são destinados ao desenvolvimento de novos materiais, sejam eles propostos para o uso na construção lunar ou no planeta terra. Apenas 1 artigo foi com destinação de uso na engenharia mecânica e outros 5 sem especificação de uso.

Observa-se também, o quanto ainda é insipiente o tema de compósitos poliméricos sem a adição do cimento Portland com o intuito da substituição de materiais na construção civil, lembrando que na pesquisa inicial foram captados mais de 18000 artigos que pudessem ter alguma relação com compósitos poliméricos. No

entanto, tão poucos chegaram a responder de fato a pergunta motivadora do trabalho. Por isso, pode-se dizer que o estudo de concretos e/ou compósitos poliméricos possui um potencial de exploração ainda crescente.

Diferentes tipos de polímeros foram aplicados em cada compósito, dentre eles, as resinas poliméricas, polímeros em pó, em grânulos fundidos, polímeros reciclados e até fibras de polímero, podendo ainda ser polipropileno (PP), polietileno (PE), resina epóxi, resina isoftálica ou politerefltalato de etileno (PET). Apesar do estudo atual ser focado no uso do polipropileno reciclado, teve que ser considerada uma ampliação na busca de artigos com o uso do termo polimérico para que não ficássemos tão limitados nas comparações, reforçando mais uma vez a lacuna existente na literatura do tema abordado.

Nos estudos apresentados, nota-se uma variedade de integrantes complementares da mistura, que podemos chamar de agregados. Nos artigos, observa-se a aplicação do polímero com farinha de calcário, laterita, argila, fibras variadas, pó de granito e areias de diferentes graduações, mostrando o quão diversificadas são as aplicações em compósitos poliméricos. Percebe-se que geralmente quando o compósito é destinado à aplicação em construção civil, os agregados utilizados são agregados graúdos oriundos de britas, miúdos, fillers ou residual de materiais da própria construção.

Acerca da metodologia de moldagem das amostras de cada estudo, verifica-se que quando se trata de um estudo em que é necessária a fundição do elemento aglutinante (geralmente o polímero), a conformação do corpo de prova se dá através de temperaturas acima de 130 ºC. Já as pressões aplicadas durante a conformação, se revelam com valores bastante distintos, variando de 0,000013 MPa (Lee *et al*., 2015) até 100 MPa (Oh *et al*., 2021). Tal variação na metodologia é frequentemente encontrada nesse tipo de estudo, pois cada autor vai priorizar uma determinada característica no seu compósito, levando a diferentes teores de vazios, que influencia diretamente na densidade e compacidade e resistência mecânica almejada. Constata-se também a tendência de maiores tempos de aplicação da força quando se tem menores valores de pressão.

É possível perceber que 60% dos artigos captados na busca incluem o ensaio de resistência à compressão, 40% o ensaio de tração e 46,7% o ensaio de flexão, no qual é extraída a informação da resistência à tração de forma indireta, ou seja, os ensaios mecânicos se revelam como uma análise essencial dentro do estudo e

desenvolvimento de compósitos poliméricos, visando trazer o comparativo quando submetidos a diferentes forças e formas de atuação dessas forças de acordo com sua aplicação na vida prática do compósito.

Para a caracterização física, a absorção de água e análise através de imagens de microscopia, seja ótica ou eletrônica de varredura, são geralmente as mais utilizadas e foram também adotadas no estudo atual, por isso foi concordado ser importante destacar quantos e quais estudos trariam também essas análises. Portanto, vê-se que 20% dos estudos incluídos na revisão incluem o ensaio de absorção de água, enquanto 66,7% trazem a análise microscópica como meio de comparação dos arranjos das partículas e interações entre elas, além da aglutinação e envolvimento dos agregados pelo polímero na mistura. Por fim, a análise térmica é a análise responsável pela compreensão da decomposição dos componentes da mistura, envolvendo os ensaios DTA, TGA e DTG, em que estiveram presentes em 13,3% dos estudos.

Tais condições corroboram com a falta de avaliação complementar em compósitos poliméricos envolvendo os ensaios de caracterização física e de resistência mecânica.

3.3 Parâmetros analisados

No que diz respeito aos critérios examinados nas pesquisas, nota-se uma variação no comportamento em relação aos estudos, visto que cada pesquisa adota uma abordagem metodológica distinta para abordar o tema, resultando na análise de diferentes critérios. Contudo, mesmo diante das abordagens divergentes, diversos critérios se manifestam de maneira recorrente em muitos dos trabalhos, refletindo os principais mecanismos de resistência associados aos concretos poliméricos.

Por isso, para a análise de cada parâmetro em particular, será discutido um comparativo dos dados extraídos de cada artigo presente na revisão sistemática a fim de que possamos confrontar os conhecimentos de cada estudo e compor uma concepção geral do desenvolvimento de concretos poliméricos.

Os valores de resistência à compressão variaram de 0,8 MPa a 114,23 MPa, números bastante expressivos. No entanto, os valores mais elevados são referentes a estudos realizados com a mistura de resinas poliméricas, que apesar de serem estudos bastante interessantes e presentes na literatura, não se utilizaram de polímeros reciclados com a necessidade de aquecimento e fundição do elemento

ligante. Isso porque quando se tem mais fatores que possam influenciar no processo de manufatura dos corpos de prova para os ensaios, como a temperatura utilizada, a pressão e o tempo decorrido no processo, existem maiores variações positivas e negativas possíveis de influenciarem os resultados da resistência mecânica. Dito isto, espera-se, portanto, que o bloco que será desenvolvido na pesquisa atual atinja um valor por volta de 10 a 25 MPa, baseando-se nos estudos de Azeko *et al*. (2023), Lee *et al*. (2015) e Miranda *et al*. (2017), que apesar de trabalharem com o polietileno mas utilizaram metodologias semelhantes na moldagem dos corpos de prova.

Quanto aos dados referentes à resistência à tração direta e indiretamente, pode-se inferir que os valores variaram de 0,37 MPa (Salaou *et al*., 2021) a 43 MPa (Sarkar *et al*., 2008) de acordo com a metodologia e materiais adotados. Vale lembrar que a razão da resistência à compressão pela resistência à tração, com a exceção do estudo de Salaou *et al*. (2021), foi acima de 10%, o que mostra a capacidade do concreto polimérico de ultrapassar as barreiras das limitações impostas pelo cimento Portland.

A comparação entre os artigos mostrou o quanto a interferência polimérica pode ser eficaz na redução da porosidade através da redução do quanto é absorvido de água nos compósitos estudados, apresentando valores de 0,13 a 0,35% de absorção de água apenas (Silva *et al*., 2023; Carvalho *et al*., 2018). Tais resultados demonstram o quanto esses compósitos estão bem adensados e com baixo índice de vazios, se revelando adequados e preparados para aplicação na construção, uma vez que um dos grandes problemas na construção é a percolação de água através dos vazios existentes nas estruturas, permitindo a formação de cânulas de água no interior dos compósitos.

Na análise microscópica, diversas conclusões podem ser tomadas através da análise das imagens geradas pela interação entre a matriz e seus componentes. Azeko *et al*. (2023), por exemplo, chegou a perceber excelente ligação entre a matriz e o reforço de polietileno, mostrando que com essas espécies de “pontes”, haveria um impedimento para a propagação de fissuras nos compósitos e que sem essa ligação do polímero, a ligação entre partículas de laterita produziria diversas microfissuras no compósito.

A problemática das microfissuras também é destacada no estudo de Carvalho *et al*. (2018) na interface partícula/epóxi, tendendo a promover o descolamento interfacial, responsável pela falha prematura das pedras artificiais.

Outros estudos, como Phuong *et al*. (2010) e Gupta *et al*. (2012) focam na interferência que componentes como compatibilizantes ou tratamentos superficiais possam ter na adesão da interface das duas fases existentes nos compósitos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, foi conduzida uma revisão sistemática da literatura, abordando os ensaios que avaliam a resistência à compressão, tração, flexão, abrasão, absorção, bem como análises térmicas e microscópicas aplicadas aos diferentes tipos de concretos poliméricos discutidos nos estudos selecionados. Foram realizadas análises qualitativas, centradas especialmente na comparação de dados e parâmetros relacionados aos compósitos poliméricos. Desta forma, as principais conclusões derivadas desta revisão são:

- Em resposta à pergunta motivadora: o concreto polimérico se comporta na maior parte dos casos substituindo a aplicação do concreto de matriz cimentícia trazendo diversas vantagens, como também pontos que ainda precisam ser mais bem estudados, como é o caso da sua produção em larga escala a fim de atender a indústria da construção civil de forma mais ampla. Dentre as vantagens estão a resistência à compressão de valores equivalentes quando se fala em estrutura, além de baixíssima absorção de água, trazendo melhorias às construções, evitando a problemática da percolação de água ou acúmulo de umidade, principalmente em regiões úmidas e de períodos chuvosos mais intensos. Outro destaque é a capacidade de reutilização e reciclagem de distintos polímeros e torná-los primordiais em uma mistura. Os parâmetros adequados para o uso de concreto polimérico na construção civil seriam uma abrasão e absorção mínima, além de elevadas resistência à compressão e tração, resultados de uma interação microscópica que através de pontes e envolvimento adequados, ocorram a aglutinação das partículas juntamente com os polímeros.

- O contexto de motivação dos trabalhos possui cunho essencialmente prático e experimental motivado por aplicações já recorrentes. Nesse sentido, os compósitos poliméricos já se apresentam como bem estabelecidos em literatura, principalmente quando se trata de resinas e fibras poliméricas, mas não em utilização ainda. Nota-se finalmente que o nicho específico de compósitos poliméricos misturados à quente, como uma vertente dos concretos poliméricos, ainda têm muito a ser explorado e experimentado, tanto no trato metodológico, como nos resultados esperados e

aplicações. Porém, resultados promissores já são vislumbrados pelos estudos aqui apresentados até agora.

- O panorama geral dos concretos poliméricos envolve a resistência à compressão mediana de 40 MPa, resistência à tração direta de 21 MPa, à tração na flexão de 21 MPa, abrasão de 1 a 3%, e absorção em torno de 0,25%. Tais resultados apresentam uma variação considerável, porém resume-se aqui o esperado para o estudo desenvolvido.

- Das significativas correlações estabelecidas entre as variáveis, destacam-se as evidências de pontes de ligamento entre as partículas na microscopia afetando diretamente no comportamento mecânico e físico dos compósitos, através da interferência na resistência à compressão com a absorção e porosidade. A aglomeração dos agregados dificultando a interação com a matriz resulta em propriedades mecânicas inferiores. Portanto, percebe-se a importância da aderência entre os componentes e adequada densidade do compósito, focando em uma metodologia específica, onde a graduação dos componentes também desempenha um papel significativo nos resultados.

- Por fim, apesar da grande heterogeneidade dos resultados, foi possível a elaboração de um cenário ótimo esperado para o compósito polimérico baseado em polipropileno reciclado misturado à quente proposto.

AGRADECIMENTOS

Se houver agradecimentos, estes devem ser inseridos após as conclusões (ou considerações finais).

REFERÊNCIAS

Azeko, S. T., Mensah, J. K., Arthur, E. K., Abiwu, N., Flomo, M. K., Boadu, J. A., Yamba, P., Larson, E. A., Akayeti, A., Satankar, R. K., & Annan, E. (2023). Eco-friendly green composites reinforced with recycled polyethylene for engineering applications. Journal of Material Cycles and Waste Management, 25(4), 2431–2441. https://doi.org/10.1007/s10163-023-01701-z.

Carvalho, E. A. S., Vilela, N. de F., Monteiro, S. N., Vieira, C. M. F., & Silva, L. C. da. (2018). Novel artificial ornamental stone developed with quarry waste in epoxy composite. Materials research, 21(suppl 1). https://doi.org/10.1590/1980-5373-mr-2017-1104.

Fomina, N. N., & Khozhin, V. G. (2021). Compatibilization of polymer mixtures during processing of waste products from thermoplastics. Nanotechnologies in

Construction A Scientific Internet-Journal, 13(4), 229–236. https://doi.org/10.15828/2075-8545-2021-13-4-229-236.

Gonçalves, J. A. V., Campos, D. A. T., Oliveira, G. de J., Rosa, M. de L. da S., & Macêdo, M. A. (2014). Mechanical properties of epoxy resin based on granite stone powder from the Sergipe fold-and-thrust belt composites. Materials research, 17(4), 878–887. https://doi.org/10.1590/s1516-14392014005000100.

Gupta, A. K., Biswal, M., Mohanty, S., & Nayak, S. K. (2012). Mechanical, thermal degradation, and flammability studies on surface modified sisal fiber reinforced recycled polypropylene composites. Advances in Mechanical Engineering, 4, 418031. https://doi.org/10.1155/2012/418031.

Kiruthika, C., Lavanya Prabha, S., & Neelamegam, M. (2021). Different aspects of polyester polymer concrete for sustainable construction. Materials Today: Proceedings, 43, 1622–1625. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.09.766.

Leal Da Cruz Silva, T., Santos Carvalho, E. A., Sales Barreto, G. N., Perim da Silva, T. B., João da Cunha Demartini, T., & Fontes Vieira, C. M. (2023). Characterization of artificial stone developed with granite waste and glass waste in epoxy matrix. Journal of Materials Research and Technology, 26, 2528–2538. https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.08.045.

Oh, K., Yi, H., Kou, R., & Qiao, Y. (2021). Sectioned processing of compaction self-assembly of an ultralow-binder-content particulate composite. Composites Communications, 23(100588), 100588. https://doi.org/10.1016/j.coco.2020.100588.

Phuong, N. T., Sollogoub, C., & Guinault, A. (2010). Relationship between fiber chemical treatment and properties of recycled pp/bamboo fiber composites. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 29(21), 3244–3256. https://doi.org/10.1177/0731684410370905.

Piratelli-Filho, A., & Shimabukuro, F. (2008). Characterization of compression strength of granite-epoxy composites using design of experiments. Materials research, 11(4), 399–404. https://doi.org/10.1590/s1516-14392008000400003.

Romero, L., II, Cortes, D. D., & Valdes, J. R. (2018). Experimental assessment of the heal-ability of a polymer bonded sand. Construction and Building Materials, 166, 610–617. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.01.184.

Salaou, N. M. L., Thuo, J., Kabubo, C., & Gariy, Z. A. (2021). Performance of polypropylene fibre reinforced laterite masonry bricks. Civil Engineering and Architecture, 9(7), 2178–2186. https://doi.org/10.13189/cea.2021.090707.

Sarkar, M., Dana, K., Ghatak, S., & Banerjee, A. (2008). Polypropylene-clay composite prepared from Indian bentonite. Bulletin of Materials Science (India), 31(1), 23–28. https://doi.org/10.1007/s12034-008-0005-5.

Sik Lee, T., Lee, J., & Yong Ann, K. (2015). Manufacture of polymeric concrete on the Moon. Acta Astronautica, 114, 60–64. https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2015.04.004.

Varela Miranda, L., Valdes, J. R., & Cortes, D. D. (2017). Solar bricks for lunar construction. Construction and Building Materials, 139, 241–246. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.02.029.

CHAPTER XVIII

WORKFLOWS AS A TECHNOLOGICAL TOOL IN THE MANAGEMENT OF PHYSIOTHERAPY SERVICES PROCESSES: INTEGRATIVE REVIEW

FLUXOGRAMA COMO FERRAMENTA TECNOLÓGICA NA GESTÃO DOS PROCESSOS DOS SERVIÇOS DE FISIOTERAPIA: REVISÃO INTEGRATIVA

DOI: 10.51859/amplla.sset.2124-18

Luiz Onete Alves de Abreu [1]
Maria Eliana Peixoto Bessa [2]

[1] Fisioterapeuta do Departamento de Saúde e Assistência Social da ALECE. Mestrando em Gestão em Saúde. Universidade Estadual do Ceará. – UECE. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6139-7078.
[2] Doutora em Enfermagem. Professora substituta do departamento de Enfermagem da Universidade Federal do Ceará e Docente convidada do mestrado profissional em Gestão em Saúde (MEPGES). Universidade Estadual do Ceará. – UECE. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3943-6069.

ABSTRACT

The study aimed to describe the scientific evidence on the use of flowcharts as a technological tool for describing physiotherapy services. This is an integrative review that followed the steps recommended by the Joanna Briggs Institute. First, the guiding question was located, then scientific productions were searched in the databases of the Virtual Health Library (VHL), the National Library of Medicine National Institutes of Health (PUBMED) and Google Scholar to explore the gray literature, using the following Health Sciences/Medical Subject Headings (DeCS/MeSH) descriptors: “Workflow” OR “Flowchart” AND “Physiotherapy”; “Workflow” AND Physiotherapy. Initially, 378 articles were included, but after applying the inclusion and exclusion criteria, 12 manuscripts were selected. The studies were published between 2015 and 2021, being developed in primary health care, rehabilitation clinics and hospitals. It was found that the absence of flowcharts results in low resolution and difficulties in accessing services. The implementation of workflows was identified as crucial to improving decision-making and organizing services, reducing waiting times and increasing safety and effectiveness in patient care.

Keywords: Health Management. Physiotherapy Services. Organization and Administration. Workflow.

RESUMO

O estudo teve como objetivo descrever as evidências científicas do uso do fluxograma como ferramenta tecnológica da descrição dos serviços de fisioterapia. Trata-se de revisão integrativa que seguiu as etapas preconizadas do Joanna Briggs Institute. Primeiramente estabeleceu-se a questão norteadora, em seguida buscou-se as produções cientificas nas bases de dados da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), da National Library of Medicine National Institutes of Health (PUBMED) e no Google Scholar para explorar a literatura cinzenta, utilizou os seguintes descritores da Ciências da Saúde/Medical Subject Headings (DeCS/MeSH): “Fluxo de Trabalho” OR “Fluxograma” AND “Fisioterapia”; “Workflow” AND Physiotherapy. Inicialmente, foram incluídos 378 artigos, porém após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, selecionou-se 12 manuscritos. Os estudos foram publicados no período de 2015 a 2021, sendo desenvolvidos na atenção primária a saúde, em clínicas de reabilitação e na área hospitalar. Verificou-se que a ausência de fluxogramas resulta em baixa resolutividade e dificuldades de acesso aos serviços. A implementação de fluxos de trabalho foi identificada como crucial para melhorar a tomada de decisões e a organização dos serviços, reduzindo o tempo de espera e aumentando a segurança e eficácia no atendimento aos pacientes.

Palavras-chave: Gestão em Saúde. Serviços de Fisioterapia. Organização e Administração. Fluxo de Trabalho.

1 INTRODUÇÃO

As diversas instituições vivenciam na atualidade diversos problemas relacionados a gestão de processos que são provenientes da ausência de uma visão global, estruturada e assertiva dos processos existentes em cada setor (Aganette, 2020). O guia BPM CBOK (2013) descreve a gestão de processos como uma abordagem estruturada focada em identificar, desenhar, executar, documentar, medir, monitorar, controlar e aprimorar processos, com o objetivo de obter resultados consistentes e alinhados com as metas estratégicas da organização (Cohen et al, 2021).

Para assegurar uma compreensão abrangente da empresa e avaliar o funcionamento das diversas áreas, é essencial que haja transparência nos procedimentos e um entendimento claro de como eles se relacionam. Todos os envolvidos devem estar cientes do processo em sua totalidade, compreendendo como suas atividades individuais se conectam para alcançar os objetivos finais (Kipper et.al, 2011).

O mapeamento dos processos e das etapas de um serviço é crucial para compreender as fases envolvidas e facilitar a visualização dos passos necessários para alcançar o serviço ou produto. Seja no setor industrial, educacional ou de saúde, é fundamental que as etapas de um processo estejam claramente definidas para facilitar a visualização do serviço, identificar áreas que necessitam de melhorias ou substituições, além de padronizar o serviço prestado. (Mandelli et al., 2016).

Na área da saúde, é extremamente importante que os processos sejam bem definidos, pois trata-se de um serviço complexo que exige alta qualidade (Mandelli et al., 2016). Processos bem delineados garantem a eficiência, a segurança dos pacientes e a consistência no atendimento, além de facilitar a identificação de áreas que precisam de melhorias e a padronização dos procedimentos.

Trazendo para a área de fisioterapia, notou-se a necessidade de padronizar os serviços prestados aos usuários com o intuito de perceber de forma clara as fases do atendimento, os dados necessários para se obter do usuário sobre sua condição de saúde, o tipo de atendimento oferecido que seja direcionado a sua demanda e acompanhamento adequado para sua situação. Faz-se necessário que todos esses passos no atendimento sigam um fluxo coerente, tanto para otimização do serviço como para perceber as possíveis falhas no serviço prestado (Cenci, 2015).

A ferramenta que auxilia na padronização e mapeamento dos serviços é o fluxograma, também conhecido como gráfico de procedimentos ou gráfico de processos, o fluxograma é uma ferramenta que permite entender de forma rápida e clara o funcionamento do processo. De acordo com Aganette (2020) essa ferramenta pode ser utilizada em todos os tipos de processos, fornecendo uma visão ampla dos procedimentos, além de possuir uma linguagem universal, pois os símbolos utilizados para identificar as fases em fluxo são padronizados.

Assim, com o intuito de otimizar o tempo de espera a esses serviços, questiona-se: ferramentas tecnológicas, como o fluxograma podem ser utilizadas para facilitar a organização dos fluxos de trabalho do setor de fisioterapia? Diante disto, torna-se necessário buscar na literatura evidências para responder a está questionamento.

Esse estudo apresenta relevância científica por buscar evidências sobre o assunto, relevância tecnológica, por trazer ferramentas inovadoras no setor saúde e relevância para gestão em saúde, pois a partir deste poderá desenvolver estratégias para otimizar os fluxos de trabalho.

Dessa forma, este estudo tem como objetivo descrever as evidências científicas do uso do fluxograma como ferramenta tecnológica da descrição dos serviços de fisioterapia.

2 MÉTODO

A presente revisão integrativa de literatura foi realizada em agosto de 2022, seguindo as etapas preconizadas pelo Joanna Briggs Institute (Peters et al., 2015), as quais incluem: 1) Formulação da questão de pesquisa; 2) Especificação dos métodos de seleção dos estudos; 3) Procedimento de extração dos dados; 4) Análise crítica e avaliação dos estudos incluídos; 5) Extração de dados; e 6) Apresentação do conhecimento produzido. O protocolo da revisão seguiu a metodologia Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) (Page et al., 2020).

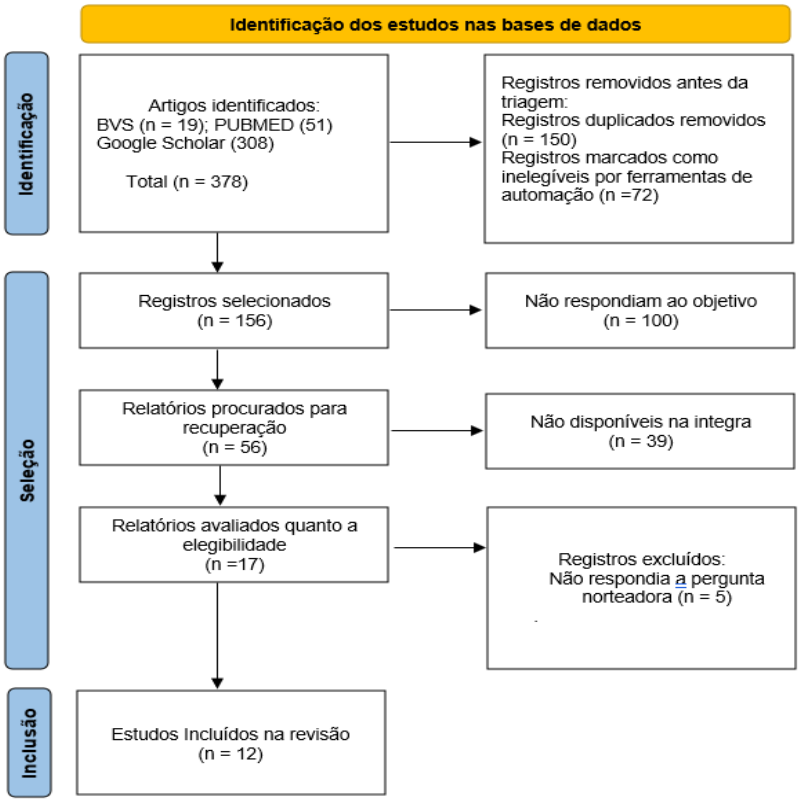
Para a elaboração da questão norteadora, foi utilizada a estratégia PVO (Sousa et al., 2018). Nesse mnemônico, “P” refere-se ao problema (fluxograma descritor), “V” variável (gestão em saúde) e “O” ao contexto de estudo (Organização dos serviços de fisioterapia). Com base nessa estrutura, foi formulada a seguinte questão de pesquisa: quais as evidências cientificas na literatura da utilização do fluxograma descritor para a organização dos serviços de fisioterapia?

As bases de dados utilizadas foram a Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e National Library of Medicine National Institutes of Health (PUBMED), pois esses acervos são abrangentes e contêm publicações multidisciplinares. Além das bases de dados, utilizou-se o Google Scholar para explorar a literatura cinzenta. Para proceder à busca, utilizaram-se os seguintes descritores da Ciências da Saúde/Medical Subject Headings (DeCS/MeSH): “Fluxo de Trabalho” OR “Fluxograma” AND “Fisioterapia”; “Workflow” AND Physiotherapy”

Os critérios de elegibilidade adotados foram: período de publicação, sendo incluídos os artigos publicados nos últimos 10 anos; idioma da publicação sendo selecionados os materiais nas línguas portuguesa e inglesa; e a disponibilidade do texto, com a seleção das publicações disponibilizadas na íntegra de forma gratuita. Os critérios de exclusão foram: aproximação com o tema – avaliado após leitura do objetivo e resumo disponível dos textos.

Inicialmente, foram incluídos 378 artigos, porém após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, selecionou-se 12 manuscritos. Na Figura 1, encontra-se a descrição detalhada do processo de seleção por meio do fluxograma PRISMA (Page et al., 2020).

Figura 1 - Fluxograma de identificação, triagem e inclusão adaptado do Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses (PRISMA)



Fonte: Autoria própria

A exposição dos resultados e da discussão das informações obtidas foi feita de modo descritivo, permitindo ao leitor a avaliação da aplicabilidade da revisão apresentada, com a intenção de alcançar o objetivo proposto.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As produções cientificas incluídas nesta revisão estão apresentados no Quadro 1. Identificou-se que os manuscritos estavam publicados tanto em inglês (6) como em português (6) e foram publicados no período de 2015 a 2021, o que demonstra a relevância da temática e a atualidade da temática. Com relação ao tipo de metodológico, verificou-se, 04 são estudo transversal quantitativo, 03 estudos mistos (quantitativo e qualitativo), 02 estudos de caso, 01 estudo transversal qualitativo, 1 estudo prospectivo e 1 carta ao editor e foram realizados na atenção primária a saúde (4), na área clínica/ambulatorial (4) e hospitalar (4).

Quadro 1 - Estudos selecionados, considerando suas características em comum: ano de publicação, autor, título, tipo de estudo e principais resultados

Autor/ano	Título	Tipo de estudo	Principais resultados	Categoria
Budtz et al., 2021	Primary care physiotherapist's ability to make correct management decisions – is there room for improvement? A mixed method study	Estudo misto	Necessidade do estabelecimento de fluxo de trabalho para melhorar a tomada de decisão de gestão e para nortear os profissionais	1
Westerdahl et al, 2019	Airway clearance techniques for patients with acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: Physical therapy practice in Sweden.	Estudo transversal	Necessidade do estabelecimento de fluxo de trabalho - A prescrição de técnicas de desobstrução das vias aéreas por fisioterapeutas respiratórios na Suécia é baseada na pressão expiratória positiva (PEP).	1
Braghini et al., 2016	Physiotherapist's role in the NASF: perception of coordinators and staff	Estudo misto	Necessidade do estabelecimento de fluxo de trabalho - necessidade de se consolidar o apoio matricial e o planejamento coletivo das ações. para redução por demandas de serviços de fisioterapia especializados.	1
Peixoto et. al., 2015	Triagem fisioterapêutica nos postos de internação de um hospital de referência em oncologia	Estudo de campo quantitativo e transversal	Necessidade do estabelecimento de fluxo de trabalho para a triagem fisioterapêutica	1
Ferrer et al., 2015	Microrregulação do acesso à rede de atenção em fisioterapia: estratégias para a melhoria do fluxo de atendimento em um serviço de atenção secundária	Estudo Transversal	Necessidade do estabelecimento de fluxo de trabalho - a ausência do fluxo gera baixa resolutividade da equipe de fisioterapia na APS.	1
Moreira et al., 2021	Organização do fluxo de serviços fisioterapêuticos: concordância entre percepção clínica e protocolo	Estudo transversal metodológico	Implantação do Fluxo de trabalho por meio protocolos melhorou a para organização do fluxo dos atendimentos entre os níveis primário e secundário de atenção à saúde.	2
Hathaway et al., 2021	Long-Term efficacy of a novel spinal cord stimulation clinical workflow using kilohertz stimulation: twelve-month results from the vectors study	Estudo prospectivo	Implantação do Fluxo de trabalho por meio de um sistema validado houve a redução significativa na dor geral, redução na incapacidade e melhora na qualidade de vida dos pacientes após a aplicação padronizada de um fluxo de trabalho.	2
Lee et al., 2020	Workflow updates to maintain clinical services and reduce utilisation of personal protective equipment during the COVID-19 outbreak	Carta ao Editor	Revisão do fluxo de trabalho do serviço de fisioterapia respiratória em procedimentos geradores de aerossol houve a redução no uso de EPI's, prestação de serviços clínicos com segurança.	2

Autor/ano	Título	Tipo de estudo	Principais resultados	Categoria
Hudson et al, 2020	Desenvolvimento de software como ferramenta para avaliação da dor lombar	Estudo misto	A criação do fluxograma permitiu a que permitiu melhorar a avaliação do paciente com dor lombar, evitando erros de conduta, auxiliando na indicação da melhor terapêutica.	2
Alonso et al., 2018	Aplicação da gestão de operações em um consultório de fisioterapia: um estudo de caso.	Estudo de Caso	Implantação do Fluxo de trabalho implica na redução do tempo médio de espera, recuo no tamanho máximo da fila; queda na ociosidade dos equipamentos.	2
Ribeiro, 2018	Gestão de Workflows Clínicos	Estudo de caso	Utilização fluxos por meio de modelos validados como o OpenEHR	2
Morris et al, 2015	Evaluation of performance quality of an advanced scope physiotherapy role in a hospital emergency department	Estudo transversal	Implantação do Fluxo de trabalho - redução no tempo de espera e permanência dos pacientes por atendimento, melhor diagnóstico em lesões musculoesqueléticas, houve aumento na satisfação de funcionários e pacientes, no entanto, pouco se modificou em comparação com a meta nacional de desempenho.	2

Fonte: Autoria própria

Os principais resultados encontrados foram categorizados da seguinte forma: 1 - necessidade da implantação dos fluxos de trabalho e 2 - benefícios da implantação dos fluxos de trabalho.

3.1 Fisioterapia e seus campos de atuação.

A fisioterapia é uma profissão do campo da saúde que tem como objetivo principal promover a saúde por meio da aplicação de princípios científicos. Sua atuação visa prevenir, identificar, avaliar, corrigir ou melhorar disfunções agudas ou crônicas dos movimentos (Silva et al., 2021). As habilidades do fisioterapeuta são aplicadas em diversos contextos, incluindo consultórios, clínicas, clubes, centros de reabilitação, asilos, escolas, domicílios, academias, hospitais, empresas e unidades básicas de saúde, atuando tanto na iniciativa privada quanto nos serviços públicos (Dias et al., 2022)

A resolução nº 559 de 15 de setembro de 2017 refere que profissional fisioterapeuta apresenta competências para atuar nas seguintes dimensões: 1 - Atenção fisioterapêutica à saúde; 2 - Gestão, empreendedorismo e inovação em saúde e 3 - Educação à vida. Considerando os dados da pesquisa, verifica-se que

houve uma articulação do eixo atenção à saúde e gestão, pois os fluxos de trabalho compreenderam as seguintes áreas da atenção primária a saúde, clínica/ambulatorial e atenção hospitalar.

Estudo de revisão sobre a atuação dos fisioterapeutas na APS revelou que uma das dificuldades mais comuns identificadas é a predominância da lógica curativista-reabilitacional (Padilha et al., 2020). Esse constitui também um desafio nas clínicas de reabilitação e nos hospitais, pois o atual cuidado em saúde considera uma abordagem mais humanizada, centrada no paciente e não apenas na doença (Driessen & Oderich, 2023).

Na perspectiva da atuação do fisioterapeuta enquanto gestor, torna-se relevante que este tenha habilidades para a organização dos serviços de saúde, destacando pelo estabelecimento dos fluxos assistenciais, pois a implementação destes não é importante para a gestão da qualidade para os serviços de saúde, mas também para melhorar a experiencia do paciente.

3.2 Necessidade da implantação dos fluxos de trabalho.

As produções cientificas encontradas nesse estudo revelaram que a necessidade do estabelecimento de fluxo de trabalho era para melhorar a tomada de decisão de gestão e para nortear os profissionais (Budtz et al., 2021), pois a ausência do fluxo gera baixa resolutividade das equipes de fisioterapia (Ferrer. et al., 2015).

Além disso, essa necessidade advém de responder com melhor qualidade as demandas de saúde da população, já que houve a necessidade do estabelecimento do fluxo de trabalho para triagem fisioterapêutica (Peixoto et. al., 2015), para consolidar o apoio matricial e o planejamento coletivo das ações na APS (Braghini et al., 2016) e para melhorar as técnicas para desobstrução das vias aéreas por fisioterapeutas respiratórios na Suécia (Westerdahl et al, 2019).

A ausência de processo de gestão de trabalho e a desorganização dos fluxos de trabalho e dos usuários se relaciona diretamente com a dificuldade de acesso aos serviços de saúde, o que dificulta a integralização do cuidado e geram aumento no tempo de espera dos usuários (Assis et al., 2023), por isso é fundamental que os fisioterapeutas gestores, juntamente com a equipe, estabeleçam os fluxos e processos de trabalho que visem melhorar a qualidade do serviço.

3.3 Benefícios da implantação dos fluxos de trabalho.

Os principais benefícios encontrados como a implementação dos fluxos de trabalho foram: melhor organização do serviço de saúde, redução do tempo de espera, maior segurança na prestação do serviço e melhor avaliação dos pacientes com indicação terapêutica mais eficaz.

A implantação do fluxo de trabalho por meio protocolos melhorou a organização dos atendimentos (Moreira et al., 2021), sendo importante a utilização de fluxos por meio de modelos validados como o OpenEHR (Morris et al, 2015), pois isso permite uma maior celeridade na adequação e/ou readequação dos serviços de saúde.

Conforme estudos de Alonso et al. (2018) e Morris et al. (2015), outro aspecto positivo foi a redução do tempo de espera. Esse é considerado como um indicador importante, sendo utilizado como medida de desempenho e avaliação da qualidade dos serviços de saúde e correlaciona-se diretamente com a organização e gestão do sistema (Assis et al., 2023).

Além disso, houve uma melhora na avaliação dos pacientes e, por conseguinte, uma indicação terapêutica mais eficaz, conforme mostrou as pesquisas desenvolvidas por Hatheway et al (2021), Hudson et al (2020) e Moris et al (2015). Esses três estudos foram desenvolvidos em clínicas de reabilitação e foi verificado que após a melhora no sistema de avaliação e a adoção e protocolos clínicos os pacientes apresentaram uma melhora significativa da dor, o que contribuiu para melhor qualidade de vida dos usuários e aumentou a satisfação dos funcionários e pacientes.

Embora não seja um artigo científico, considerou-se relevante a contribuição de Lee et al (2020), que no contexto da pandemia de covid 19, houve a necessidade da readequação dos fluxos assistências em um ambiente hospitalar, isso proporcionou a utilização adequada dos equipamentos de proteção individual (EPI) e contribuiu para maior segurança dos procedimentos. Esse fato, fica um alerta para os gestores para a elaboração de fluxos flexíveis, passiveis de readequação e considerando os aspectos do trabalho em saúde, que é um trabalho vivo, produzido no ato (Merhy & Franco, 2005).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo revisou as evidências científicas sobre o uso de fluxogramas na descrição dos serviços de fisioterapia. A implementação de fluxos de trabalho foi identificada como crucial para melhorar a tomada de decisões e a organização dos

serviços, reduzindo o tempo de espera e aumentando a segurança e eficácia no atendimento aos pacientes.

A ausência de fluxogramas resulta em baixa resolutividade e dificuldades de acesso aos serviços, destacando a necessidade de sua implementação para melhorar a gestão e a qualidade do atendimento. Os benefícios incluem melhor organização, maior segurança, redução do tempo de espera e avaliações mais eficazes dos pacientes, resultando em melhorias na qualidade de vida e na satisfação dos usuários e profissionais.

Por fim, a flexibilidade dos fluxogramas, especialmente durante situações emergenciais como a pandemia de COVID-19, reforça sua importância na gestão dinâmica dos serviços de fisioterapia. A adoção contínua e adaptável desses fluxos é essencial para a eficácia e a humanização do cuidado em saúde.

REFERÊNCIAS

Aganette, E. (2020). Mapeamento de processos sob a perspectiva da Ciência da Informação. Perspectivas Em Ciência da Informação, 187–201. Recuperado de https://periodicos.ufmg.br/index.php/pci/article/view/22288

Alonso, S. de L., Alexandrino, F. Q. de L., da Conceição, M. L., Correia, P. de L. A., & Simas, L. A. E. (2018). Aplicação da gestão de operações em um consultório de fisioterapia: um estudo de caso. Exatas & Engenharias, 8(21). https://doi.org/10.25242/885X82120181267

Association of Business Process Management Professional. (2013). BPM CBOK Guia para gerenciamento de processos de negócio corpo comumde conhecimento. ABPMP. https://ep.ifsp.edu.br/images/conteudo/documentos/biblioteca/ABPMP_CBOK_Guide__Portuguese.pdf

Assis, S. J. C. D., Souza, C. G. D., Sanchis, G. J. B., & Roncalli, A. G. (2023). Fatores associados à espera para o serviço de fisioterapia: análise a partir do Programa de Melhoria do Acesso e da Qualidade (PMAQ). Fisioterapia em Movimento, 36, e36135. https://doi.org/10.1590/fm.2023.36135.0

Braghini, C. C., Ferretti, F., & Ferraz, L. (2016). Physiotherapist's role in the NASF: perception of coordinators and staff. Fisioterapia em Movimento, 29(4), 767–776. https://doi.org/10.1590/1980-5918.029.004.ao13

Budtz, C. R., Rønn-Smidt, H., Thomsen, J. N. L., Hansen, R. P., & Christiansen, D. H. (2021). Primary care physiotherapist's ability to make correct management decisions – is there room for improvement? A mixed method study. BMC Family Practice, 22(1). https://doi.org/10.1186/s12875-021-01546-1

Cenci, T. (2015). Gestão de processos administrativos no hospital beneficente santa terezinha [Centro Universitário UNIVATES]. https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/f4e533ee-c3cb-4af9-9a08-e57c69b22794/content

Conselho Nacional de Saúde (2017). Resolução no 559, de 15 de setembro de 2017 - Aprova o Parecer Técnico no 161/2017 que dispõe sobre as recomendações do Conselho Nacional de Saúde à proposta de Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Fisioterapia. https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2017/Reso559.pdf

Cohen, M. M., Hendrischky, M., & Jorge, M. J. (2021). Gestão por processos, alinhamento estratégico e agenda 2030. Revista Pensamento Contemporâneo em Administração, 15(3), 107–130. https://doi.org/10.12712/rpca.v15i3.51111

Dias Ferreira, G., de Lima Oppelt, L., Silva da Silveira, M., Tavares Barbosa, M., Piazza Luza, L., Marques Sosa, P.., … Vinholes Siqueira, F. C. (2022). O profissional Fisioterapeuta, a pandemia e os ecos futuros. Motrivivência, 34(65). https://doi.org/10.5007/2175-8042.2022.e89860

Driessen, T., & Oderich, C. L. (2023). Desafios da Gestão em Fisioterapia Hospitalar. Revista Pleiade, 17(41), 39-46. Disponivel em https://pleiade.uniamerica.br/index.php/pleiade/article/view/950

Ferrer, M. L. P., Silva, A. S. D., Silva, J. R. K. D., & Padula, R. S. (2015). Microrregulação do acesso à rede de atenção em fisioterapia: estratégias para a melhoria do fluxo de atendimento em um serviço de atenção secundária. Fisioterapia e Pesquisa, 22, 223-230. https://doi.org/10.590/1809-2950/13038422032015

Hatheway, J. A., Mangal, V., Fishman, M. A., Kim, P., Shah, B., Vogel, R., Galan, V., Severyn, S., Weaver, T. E., Provenzano, D. A., Chang, E., Verdolin, M. H., Howes, G., Villarreal, A., Falowski, S., Hendrickson, K., Stromberg, K., Davies, L., Johanek, L., & Kelly, M. T. (2021). Long-Term Efficacy of a Novel Spinal Cord Stimulation Clinical Workflow Using Kilohertz Stimulation: Twelve-Month Results from the Vectors Study. Neuromodulation: journal of the International Neuromodulation Society, 24(3), 556–565. https://doi.org/10.1111/ner.13324

Hudson, A. C. J. (2020). Desenvolvimento de software como ferramenta de avaliação da dor lombar de (master's thesis). http://www.repositorio-bc.unirio.br:8080/xmlui/bitstream/handle/unirio/13260/Relat%C3%B3rio%20da%20pesquisa_AlineCariusJusti_publica%C3%A7%C3%A3o.pdf?sequence=1

Kipper, L. M., Ellwanger, M. C., Jacobs, G., Nara, E. O. B., & Frozza, R. (2011). Gestão por processos: comparação e análise entre metodologias para implantação da gestão orientada a processos e seus principais conceitos. Tecno-Lógica, 15(2), 89–99. https://doi.org/10.17058/tecnolog.v15i2.2425

Lee, K. Y., Kwan, A. W., Que, T. L., & Mak, M. M. (2020). Workflow updates to maintain clinical services and reduce utilisation of personal protective equipment during

the COVID-19 outbreak. Hong Kong Med J, 26, 263-4. https://www.hkmj.org/system/files/hkmj208478.pdf

Mandelli, P. G. B., Koehler, F. dos S., Freire, P. de S., & Bastos, L. C. (2019). Qualidade na gestão de serviços de fisioterapia: uma revisão sistemática. Em Elementos de Administração 4 (p. 149–167). https://atenaeditora.com.br/catalogo/post/qualidade-na-gestao-de-servicos-de-fisioterapia-uma-revisao-sistematica

Merhy, E. E., & Franco, T. B. (2005). Trabalho em saúde. Dicionário da educação profissional em saúde [Internet]. c2009. https://www.epsjv.fiocruz.br/upload/d/Trabalho_em_Saude_ts.pdf

Moreira, L. B., Cruz, F. L. S., Silva, T. L. da, & Silva, S. L. de A. (2021). Organizing the flow of physiotherapy services: agreement between clinical perception and a referral protocol. Fisioterapia em Movimento, 34. https://doi.org/10.1590/fm.2021.34107

Morris, J., Vine, K., & Grimmer, K. (2015). Evaluation of performance quality of an advanced scope physiotherapy role in a hospital emergency department. Patient Related Outcome Measures, 6, 191–203. https://doi.org/10.2147/PROM.S75173

Padilha da Rocha, L., de Oliveira Silva Sousa, F., Dos Santos, W. J., Albuquerque de Melo, L., & Ferreira de Vasconcelos, T. (2020). Atuação do fisioterapeuta na atenção primária à saúde: revisão de escopo. Fisioterapia Brasil, 21(6). https://doi.org/10.33233/fb.v21i6.4348

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D, Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, 372, n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71.

Peixoto, G. F. G., Ventura, L. S., Lopes, R. de A., Valente, T. R., Costa, A. A., & Lins e Silva, M. L. (2015). TRIAGEM FISIOTERAPÊUTICA NOS POSTOS DE INTERNAÇÃO DE UM HOSPITAL DE REFERÊNCIA EM ONCOLOGIA. Revista De Saúde Pública De Santa Catarina, 8(2). Recuperado de https://revista.saude.sc.gov.br/index.php/files/article/view/151

Peters, M. D, Godfrey C. M., Khalil, H., McInerney, P., Parker, D., & Soares, C. B. (2015). Guidance for conducting systematic scoping reviews. Int J Evid Based Healthc, 13(3):141-6. https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000050.

Ribeiro, T. A. S. (2018). Gestão de Workflows Clínicos (master's thesis, Universidade do Minho (Portugal)). https://www.proquest.com/openview/18b29e763962ea8d0f45e13353572966/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y

Sousa LMM, Marques JM, Firmino CF, Frade F, Valentim OS & Antunes AV. (2018). Frameworks to research question in evidence-based practice. Rev

InvestigEnferm [Internet], 2(23), 31-39. Recuperado em 12 Agosto, 2019, de https://repositoriocientifico.essatla.pt/handle/20.500.12253/1287

Westerdahl, E., Osadnik, C., & Emtner, M. (2019). Airway clearance techniques for patients with acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: Physical therapy practice in Sweden. Chronic Respiratory Disease, 16, 147997311985586. https://doi.org/10.1177/1479973119855868

CHAPTER XIX

BANDWIDTH ENHANCEMENT TECHNIQUES IN PRINTED MONOPOLES FOR ULTRA-WIDEBAND APPLICATIONS IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEMS

TÉCNICAS DE AUMENTO DE ANCHO DE BANDA EN MONOPOLOS IMPRESOS PARA APLICACIONES DE BANDA ULTRAANCHA EN SISTEMAS INALÁMBRICOS DE COMUNICACIÓN

DOI: 10.51859/amplla.sset.2124-19

Helton S. Bernardo [1]

[1] M.Sc. degree student in Electrical Engineering, São Paulo State University (UNESP), School Engineering, São João da Vista, SP, Brazil.

ABSTRACT

With the recent advancements in wireless communication systems, the allocated frequency band spectrum has effectively alleviated congestion for cell phone operators, industrial communication services, and other stakeholders. One potential solution is to explore innovative techniques within mobile devices that facilitate ultra-wideband (UWB) capabilities, enabling a broad spectrum of signal transmission across the communication system. Consequently, simple printed antennas like the λ/4-monopole can be utilized to enhance the frequency band width (BW) through appropriate modifications. In this study, we examined three modified antenna models using bulging techniques: conventional, curved-circular, and base-triangular. Comparative analyses were conducted to assess the maximum percentage bands obtained. The results demonstrated a notable increase of 30% to 45% across the models, resulting in a maximum gain of 3.7 dBi. Additionally, it was observed that variations in physical parameters did not significantly impact the bandwidth gain or the radiation pattern.

Keywords: Chamfer and fillet technique. Modified λ/4-Monopole. Bandwidth.

RESUMEN

Con la reciente evolución de los sistemas de comunicación inalámbrica, el espectro de banda en frecuencia licenciado ha enfrentado congestiones por parte de operadoras de telefonía celular, servicios de comunicación industrial, entre otros. Una alternativa es la evaluación de técnicas en dispositivos móviles que permitan una banda ultra ancha (UWB) posibilitando una amplia gama de transmisión de señales por el sistema de comunicación. De esta forma, antenas impresas simples como monopolo-λ/4 pueden actuar para propiciar un alargamiento en la banda en frecuencia (BW) frente a las modificaciones. Este trabajo utilizó tres modelos modificados por técnicas de embaulamiento: convencional, curvo-circular y base-triangular para análisis comparativos entre las máximas bandas porcentuales obtenidas. Los resultados muestran que hay un aumento significativo de 30% a 45% entre modelos, en consecuencia, el máximo ganancia fue de 3.7dBi. Además, los parámetros físicos no afectan la ganancia en banda, ni el patrón de radiación.

Palabras-clave: Técnica de embaulamiento. Monopolo-λ/4 Modificado. Ancho de Banda.

1 INTRODUÇÃO

The Federal Communication Commission (FCC), a governmental agency in the United States, standardized in 2002 the frequency range of 3.1–10.6 GHz as Ultra-Wideband (UWB) (Saha et al., 2019; Tomar & Kumar, 2015; Ullah et al., 2019). This range is important because it allocates microwave frequencies, most of the bands for wireless communication such as WLANs (2.4—5.6 GHz), mobile phone systems, and satellite communication, among others (Wang et al., 2019). Thus, many planar microstrip antennas can be designed and developed due to their low manufacturing cost, compact size, rapid integration with integrated circuits (IC), and high flexibility.

In Keum and Choi (2018), a set of 16 antenna elements in an array was designed to increase gain for 5G mobile communication systems operating in millimeter waves (30—300 GHz), achieving a frequency band of 4.91 GHz centered at 28 GHz. The well-known technique consisted of inserting U-slots in each patch cell to individually increase the electrical area and achieve a significant gain effect for the radiation pattern. The study demonstrated that the initial antenna element (whose geometry corresponds to the modified monopole) presented a wide frequency band, even at high frequencies, and the addition of other elements in the array caused a considerable increase of approximately 1 GHz in the operating band. In Saha et al. (2019), a modified UWB circular monopole with a pentagonal slot in the center of the antenna was built and designed for high-rate frequency band operation. The printed monopole showed a reflection coefficient $|S_{11}| \leq -10\,dB$ over a range of 4 – 40 GHz, covering C, X, Ku, K, Ka, and WLAN (Wireless Local Area Network) bands for wireless communications.

In Singh et al. (2016), a Modified Planar Triangular Monopole Antenna (MPTMA) for broadband was studied by modifying a planar-triangular monopole for broadband applications in point-to-point communication systems for medical image processing for heating living tissues. Among the characteristics used in the antenna structure, the Defect Ground Plane (DGP) technique was associated with four antenna models. In these models, the triangular base of the monopole was altered in both the ground plane and the monopole itself. The most promising results demonstrated a frequency band widening (2–8 GHz), increasing 6 GHz of signal transmission for $|S_{11}| \leq -10\,dB$, with a ratio of 4:1 in terms of bandwidth. The omnidirectional pattern showed a peak gain range of 2 dB to 5 dB at the analyzed frequencies.

In Tomar and Kumar (2015), the design of a modified UWB monopole with a triple band was worked on for applications in WiMAX communication systems (3.3—3.7 GHz), WLAN with IEEE 802.11a standard (5.15—5.85 GHz), and satellite communication in the X band (7.25—8.39 GHz). Among the strategies for the structural arrangement of the monopole, U-slot configurations were used under the microstrip radiator. The bandwidth was drastically increased from 2.8–10.7 GHz.

In Mahmood et al. (2012), a comparative performance analysis of a half-wavelength monopole for WLAN applications (2.4 GHz) with a wideband in UWB was conducted to verify the bandwidth widening behavior along with radiation and efficiency characteristics. In this work, a prototype was built for validation and discussion of simulated and measured results with an omnidirectional radiation pattern.

In Ullah et al. (2019), a high-efficiency UWB monopole antenna operating in microwave frequencies (2.8—22.7 GHz) for image processing communication systems was presented. The technique used, similar to those in other cited works, consisted of the Z-shaped geometric form of the monopole element by impedance matching along the line-resonator junction. The results showed a ratio of 8.33:1 in terms of bandwidth compared to the initial antenna and the proposed one. The radiation efficiency values increased from 70% to 93%, considering the evaluated models. Finally, the radiation pattern was analyzed at various frequencies of the achieved bandwidth, with a realized gain between 1.6—6.4 dBi.

In Wang et al. (2019), U-slot and EBG (Electromagnetic-Bandgap) structural elements were inserted into a typical conventional circular UWB monopole to widen the frequency band for the allocation of frequencies from 2.6 to 12.9 GHz, encompassing WLAN bands (4.8—5.9 GHz) and the *X* band allocated for satellite downlink communication. It was found that these *U*-slots, after insertion, create operating signal transmission bands in the frequency response and allow filtering of other bands generated by the EBG elements added in the ground plane. It was also found that the position and physical size of the EBG, as well as the lengths of the slots, determined the location of these bands in the response (by frequency shift).

According to Balanis (2016, p. 218), a monopole (linear wire segment) with a length of $\lambda/4$ exhibits an electromagnetic behavior described by the field equations, in particular, the electric field component given by the amplitude in eq. (1):

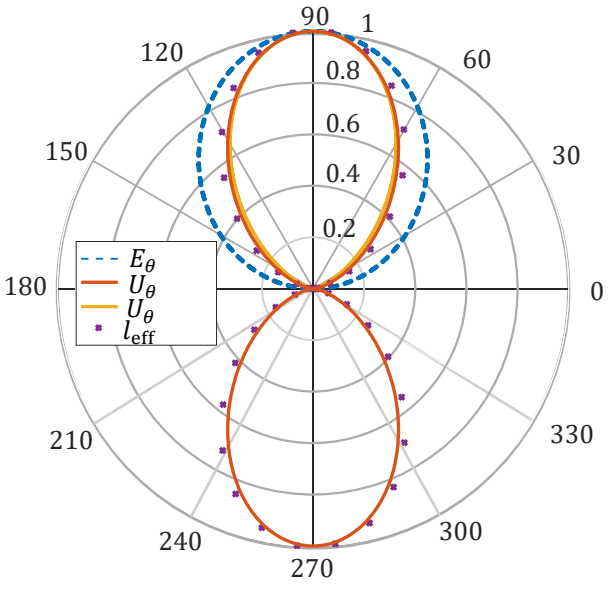
$$E_\theta = \frac{E_0 \cos\left(\frac{\pi}{2}\cos\theta\right)}{\sin\theta}, H_\phi \approx \frac{E_\theta}{\eta}. \quad (1)$$

Where E_θ is the amplitude of the normalized electric field in the θ-direction in spherical coordinates (blue curve in Fig. 1); E_0 is the amplitude of the normalized electric field in [V/m] in the International System (SI); H_ϕ is the approximation of the amplitude of the magnetic field in the ϕ-direction valid in the far field, when the electromagnetic waves present plane wave fronts, and η is the intrinsic impedance of the medium. In the far field, $k_0 l \gg 1$ (k_0 is the propagation constant and l is the length of the monopole wire), the radiation intensity, U_0, can be calculated by (2):

$$U_0 = E_\theta^2 \sim B_0 \sin^3\theta. \quad (2)$$

Where B_0 is an amplitude given in W/sr (unit of power per unit solid angle), and the approximation corresponds to the square of the electric field component by expression (1). The graphical behavior can be seen in Fig. 1, according to the orange and yellow curves for normalized and approximated U_θ.

Figure 1 – Theoretical radiation pattern for a typical monopole ($l = \lambda/4$).



Source: The author.

The effective length, $\boldsymbol{l}_{\text{eff}}$, of the $\lambda/4$ monopole in the θ-direction computed by (3):

$$\boldsymbol{l}_{\text{eff}} = -\boldsymbol{a}_\theta \left(\frac{\lambda}{\pi}\right) \cos\left(\frac{\pi}{2}\cos\theta\right). \quad (3)$$

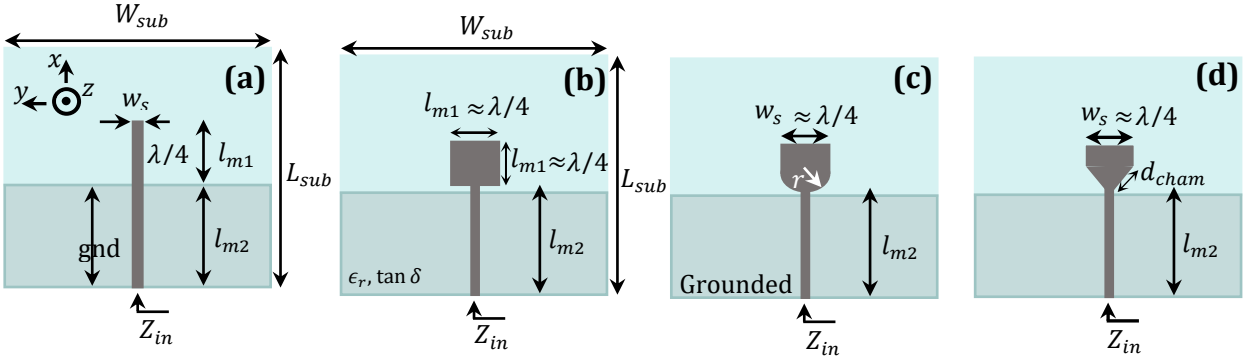
The maximum [meter] amplitude of the effective length is given by the ratio λ/π and decreases with the increase of the elevation angular position θ. In Fig. 1, it is

possible to verify the dashed purple curve demonstrating the theoretical behavior. Finally, it is worth noting that Fig. 1 presents a strictly omnidirectional radiation pattern (in two directions, one of them is broadside, that is the signal propagation, $\theta = 90°$).

2 PLANAR STRUCTURES PROPOSED FOR MONOPOLES

Figure 2(a) depicts a $\lambda/4$-monopole antenna with dimensions based on (Falcão, Felício, & Peixeiro, 2023), whose dielectric used was the substrate for FR-4, ϵ_r = 4.4, $\tan\delta \approx 0.09$. In Figure 2(a), the $\lambda/4$-monopole with $l_{m1} = \lambda/4$ is inserted into the substrate with a height $h = 1.6$ mm, initial width $w_s = 3$ mm, and $gnd = 80$ mm (coinciding with the value l_{m2}). In Figure 2(b), a small rectangular base with a square shape of length $\lambda/4 \times \lambda/4$ is inserted, increasing the electrical area of the monopole (modified model 1). In Figure 2(c), there is a modification to the rectangular-square base with a curved shape with a certain radius $r = 1$ mm (initial), from then on, the bulging technique is applied (modified model 2). Finally, in Figure 2(d), the same modification is introduced with a triangular base with a distance d_{cham} = 8 mm (initial) between the monopole feed line and the modified square base (modified model 3). The input impedance used for the insertion of the monopoles was initially calculated at theoretical values for $Z_{in} \approx 50\ \Omega$. All values are depicted in Table 1.

Figure 2 – Proposed structures for modified $\lambda/4$-monopole antennas.



Source: The author.

Table 1 – Parameters used (physical and dielectric).

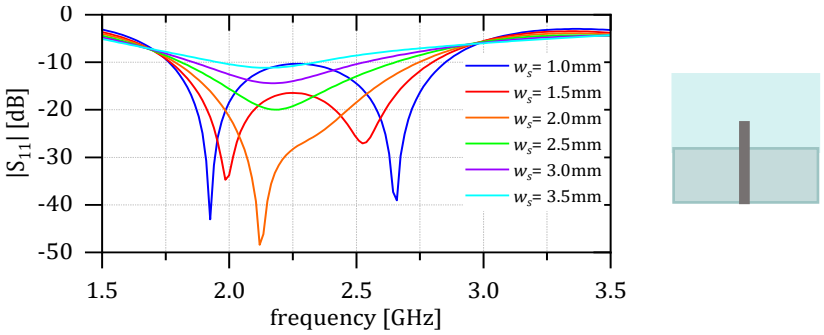
W_{sub}	L_{sub}	w_s	l_{m2}	l_{m1}	gnd	h	d_{cham}	r
$1{,}1\lambda$ (150mm)	$1{,}1\lambda$ (150mm)	*Varies* (1— 3.5mm)	$0{,}52\lambda$ (75mm)	*Varies* (20— 28mm)	$0{,}56\lambda$ (80mm)	$0{,}011\lambda$ (1.6mm)	*Varies* (8— 12mm)	*Varies* (1— 15mm)

Source: The author.

3 CONVENTIONAL MICROSTRIP LINE PRINTED MONOPOLE

For the conventional model presented in Figure 2(a), the reflection coefficient and input impedance were simulated against a parameterization of the linear monopole width. A preliminary study was conducted for the ground plane length and fixed at $\text{gnd} = 0.56\lambda$ through parameterization. The reflection coefficient is shown in Figure 3:

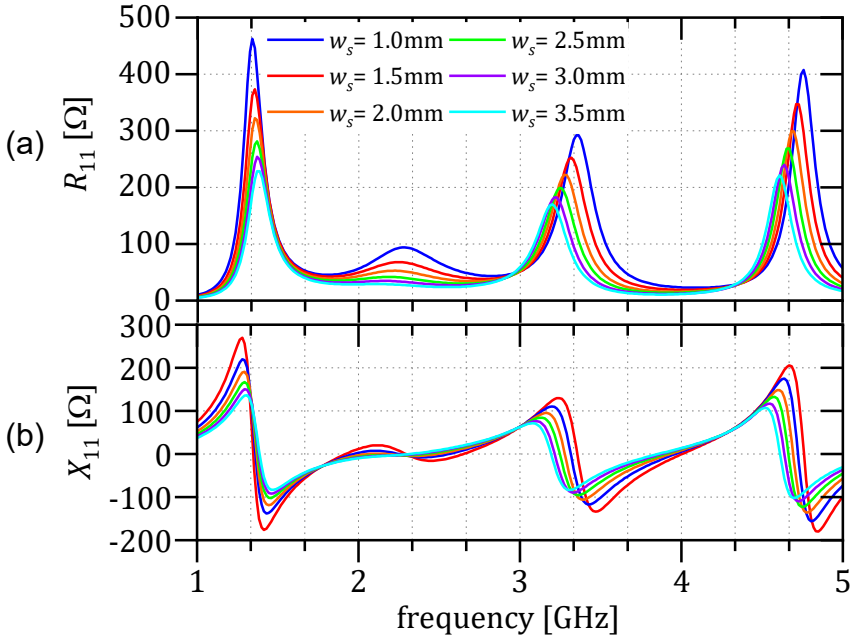
Figure 3 – Reflection coefficient altering the width of the conventional monopole.



Source: The author.

One notices a relation of bandwidth increase in $|S_{11}| \leq -10$ dB for smaller width values. In w_s = 1mm, it is possible to verify two well-separated operating modes (in frequency), thus being a dual-band region for resonance frequencies of 1.93 GHz and 2.6 GHz. However, as the interest is in a full bandwidth across a wider spectral region, the bandwidth w_s = $\{1.5; 2.0\}$ mm is interesting because it allows for a closer approximation of the resonant modes, enabling signal transmission stability for the resonance frequencies of 1.99 GHz and 2.53 GHz ($BW \sim$ 1.04 GHz). It is observed that the set of bandwidth values w_s = $\{2.5; 3.0; 3.5\}$ mm already reduces the bandwidth and consequently inhibits one of the resonant operating modes, causing the reflection coefficient to become unsatisfactory $|S_{11}| \geq -10$ dB (BW ~0.405 GHz for w_s = 3.5 mm), impairing impedance matching. In Figure 4, the reflection impedance at frequency Z_{11} (f) of the conventional monopole associated with the input resistance R_{11} and input reactance X_{11} is presented, as highlighted in Figures 4 (a) and 4 (b), this parameter can provide information about antenna matching. It is noted that for a frequency window of 1–5 GHz, there are four resonances $f_r \sim \{1.4; 2.3; 3.3; 4.7\}$ GHz approximately. In these resonances, it can be seen that the peaks of resistances R_{11} show maxima at values of smaller width of the printed monopole in the resonant behavior of the expected reactance $X_{11} \approx 0\Omega$, which means that the antenna matching is adequate, albeit with a high impedance value associated.

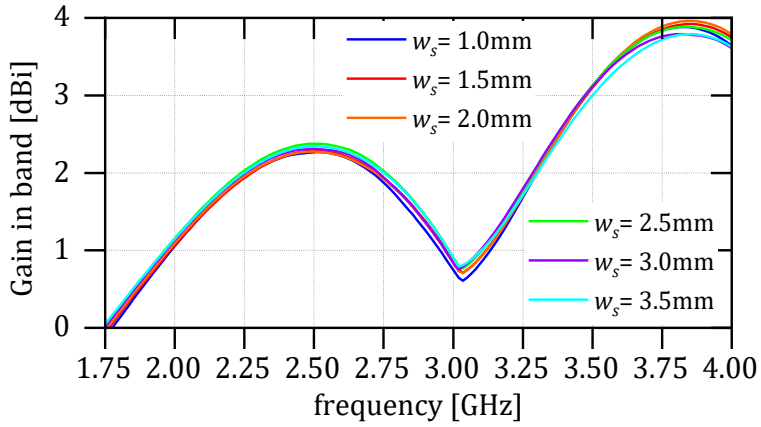
Figure 4 – Complex impedance $Z_{11}(f)$ versus changes in w_s of the conventional monopole.



Source: The author.

Through parameterization simulation, it was possible to verify the bandwidth gain characteristics as shown in Figure 5. The theoretical conventional gain is approximately 5 dBi for monopole antennas, as depicted in the illustration of Figure 5; this increase occurs at higher frequencies. From the graphical analysis, the maximum obtained at 2.5 dBi was at 2.5 GHz for a 500 MHz bandwidth (2.55–2.75 GHz). Another relevant point extracted from this analysis is that the physical width w_s does not influence the radiation pattern, especially the gain, as illustrated in Figure 7. The minimums and maximums of the electric field amplitude are analyzed in Figure 6, as indicated by the blue color for absence of field and the red color for electric field amplitude for maximum magnitudes at the resonance frequency of 2.1 GHz. The field configuration $|\boldsymbol{E}|$ allows for the propagation of two wavefronts radiating part of the electrical energy (open circuit) associated with the surface current distribution $\boldsymbol{J}_s$.

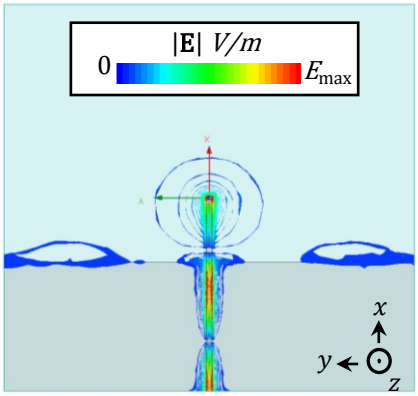
Figure 5 – Gain in bandwidth of the conventional monopole.



Source: The author.

In Figure 6, for visualization of the field distribution, the physical width w_s was set to 3mm.

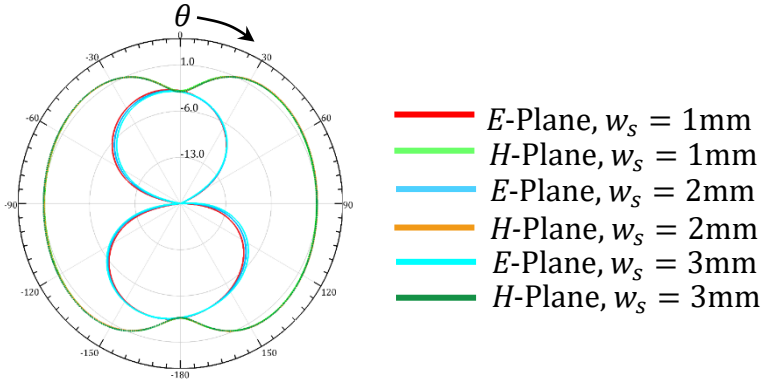
Figure 6 – Magnitude distribution of electric field $|\boldsymbol{E}|$ of the conventional monopole.



Source: The author.

Finally, observations about the effects of physical width on radiation pattern for gain are possible. As depicted in Figure 7, the *E*-planes (formed by the director vector of the electric field component and maximum broadside propagation direction) and *H*-planes (formed by the director vector of the magnetic field component and maximum broadside propagation direction) are explored for selected widths in w_s = {1, 2, and 3} mm. It is evident that w_s does not have a direct influence on radiation in the plane of spherical positions ($\theta, \phi = 90°$). The radiation pattern exhibited bidirectionality in the *E*-plane and omnidirectionality in the *H*-plane.

Figure 7 – Radiation pattern for gain changing w_s of the conventional monopole.

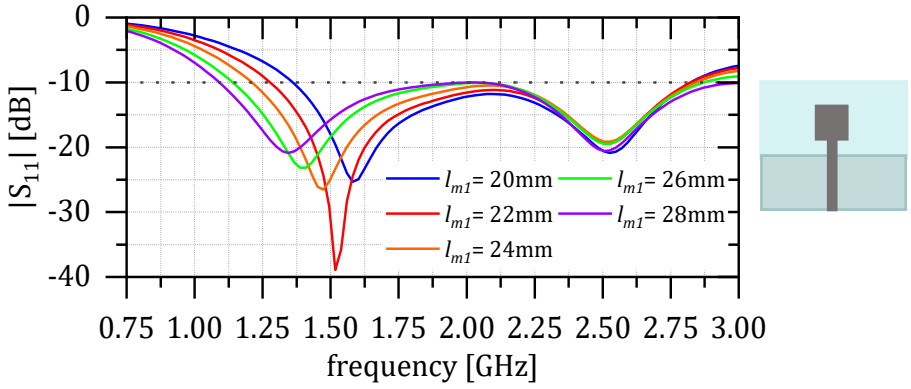


Source: The author.

4 MODIFIED MONOPOLE WITH SQUARED FORMAT

The first modification associated with the conventional model given in Figure 2(b) is the insertion of a square base element. The variations (increase) in the length of the side l_{m1} cause an increase in the frequency bandwidth BW, as observed in Figure 8 associated with the reflection coefficient.

Figure 8 – Reflection coefficient with respect to the alteration of l_{m1} of modified monopole 1.

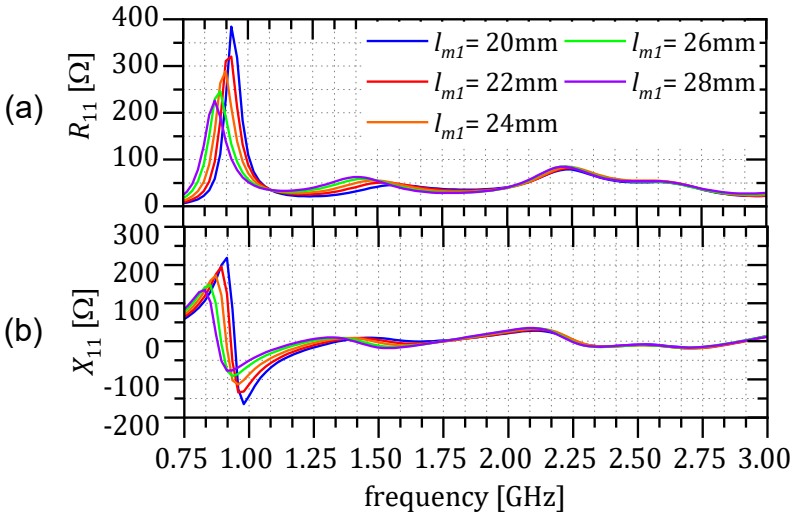


Source: The author.

The increase in the lateral length l_{m1} (20—28mm) provided an increment of 300MHz in the bandwidth (blue curve to violet curve). The smallest estimated percentage bandwidth was 70% (blue curve), while the maximum simulated percentage bandwidth was 91% (violet curve), taking the resonance frequency $f_r \sim$ 2.1GHz. The problem with increasing l_{m1} is related to the introduction of separation between modes, causing the wide frequency band with $l_{m1} = 20$mm to be split into two independent bands at l_m1=28mm, as indicated by the trend in the curves in Figure 8. In Figure 9(a), it is observed that the operating modes that predominated in Figures

4(a—b) are drastically reduced in magnitude (remaining below 100 Ω) when viewed from 1.25GHz. In Figure 9(b), the same process occurs as described previously. The predominance of the modes is given by the resonance $f_r \sim 0.9$GHz.

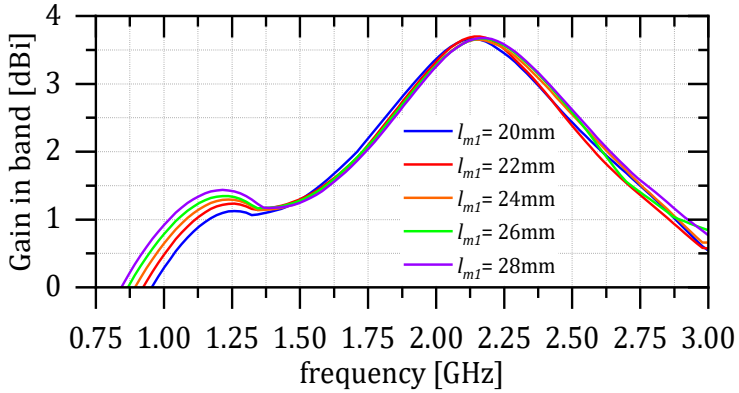
Figure 9 - Complex impedance $Z_{11}(f)$ with respect to the alteration of l_{m1} of the modified model 1.



Source: The author.

It is observed that a peak gain in the band at 2.16GHz was maintained, presenting a maximum value of 3.7dBi. For gain values greater than 3dB, the percentage bandwidth in terms of gain is 23.8% (with $BW \sim 0.5$GHz).

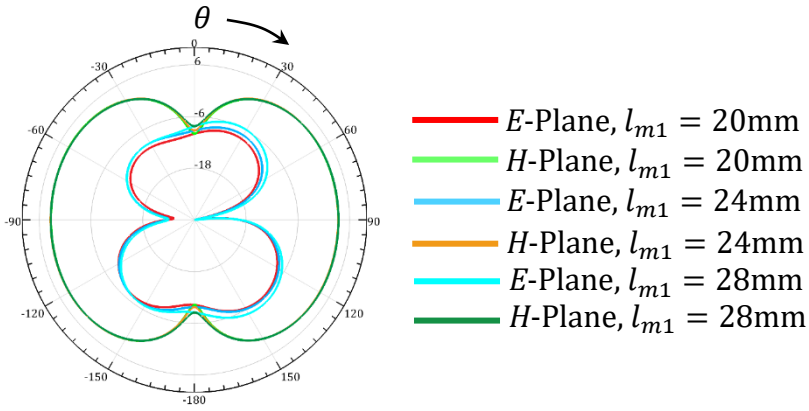
Figure 10 – Band gain with respect to the alteration of l_{m1} of the modified monopole 1.



Source: The author.

The radiation pattern remains unchanged with the variations in l_{m1}. The addition of the base does not significantly alter the spectral distribution of radiated power (still exhibiting bidirectionality in the *E*-plane and omnidirectionality in the *H*-plane) as highlighted in Fig. 11.

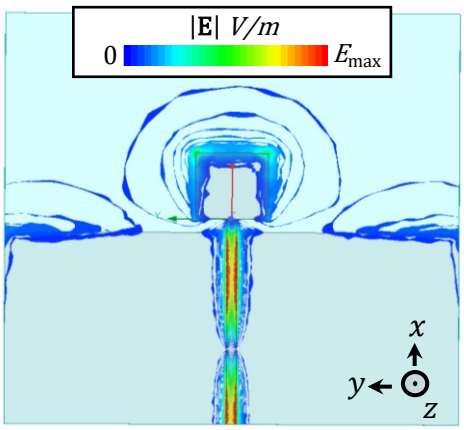
Figure 11 - Radiation pattern with respect to the alteration of l_{m1} of the modified monopole 1.



Source: The author.

Fig. 12 presents a more uniform distribution at the ends of the monopole, with the maxima of the electric field shown on the surface of the monopole (in red). With the increase in the effective area, two regions (in green) of maxima of $|\boldsymbol{E}|$ appear on the square base, associated with the electrical path of the surface current $\boldsymbol{J}_s$.

Figure 12 – Electric field magnitude distribution $|\boldsymbol{E}|$ of the modified monopole 1.

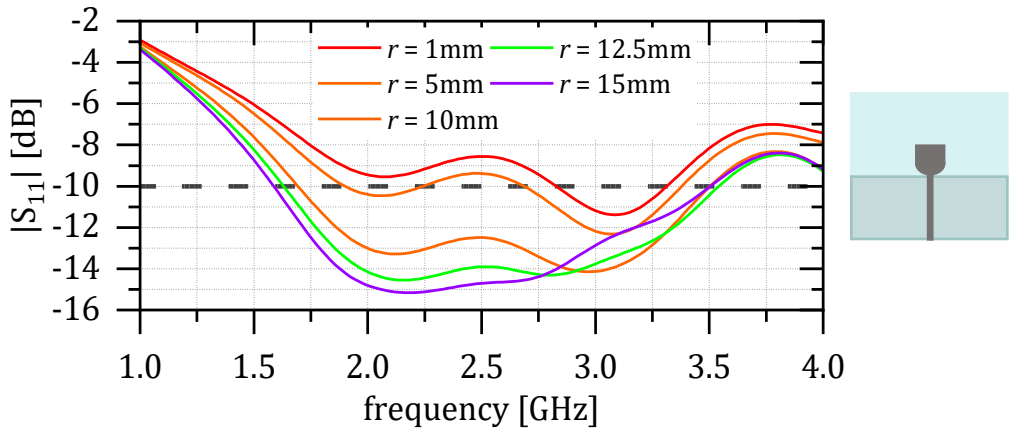


Source: The author.

5 MODIFIED MONOPOLE BY CURVED-CIRCULAR BULGING

The modification of the square base element of the monopole (model 1) by curved-circular bulging causes an increase in the frequency band in a range of 1.5–3.5GHz, allowing an increase of approximately 2GHz for the reflection coefficient $|S_{11}| \leq -10dB$, as highlighted in Fig. 13:

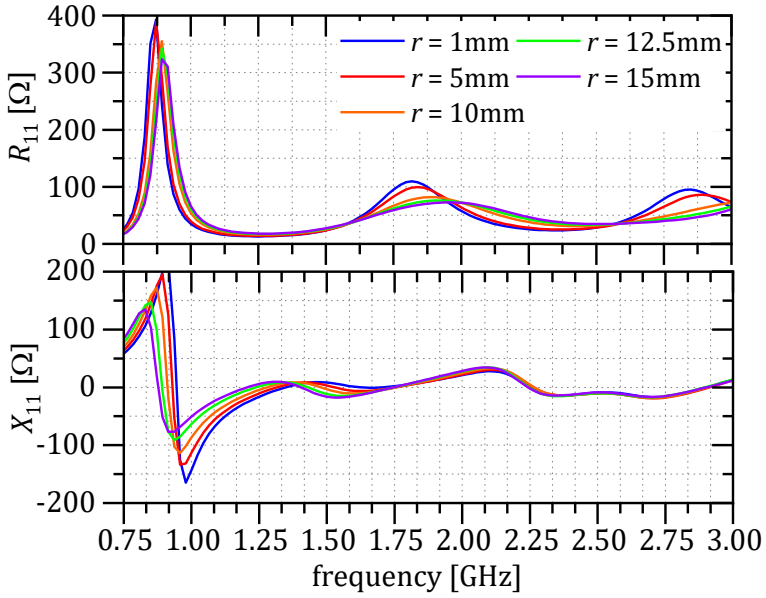
Figure 13 – Reflection coefficient with respect to the alteration of the radius r of modified monopole 2.



Source: The author.

It was found that the radial increase r from 1 to 15mm causes a broadening (as observed in the trend from the red curve to the purple curve). The widest operating bandwidth analyzed (corresponding to the purple curve) was 1.58–3.51GHz, for 15mm from larger values for r, no such increase was observed. In Fig. 14(a-b), the reflection impedance Z_{11} is shown as a function of the radial change in curved-circular curvature.

Figure 14 - Complex impedance $Z_{11}(f)$ versus variation in r of modified monopole 2.

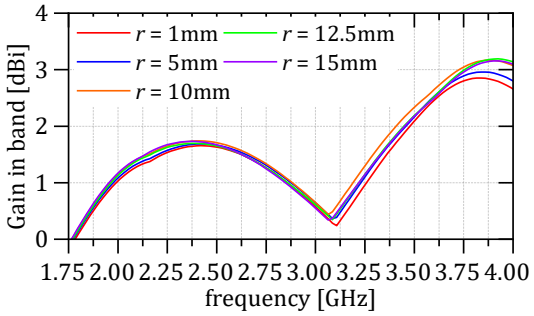


Source: The author.

From Figure 14(a), it is noted a predominant mode with a peak of high resistance and a characteristic resonant effect in Figure 14(b) in the analysis of reflection

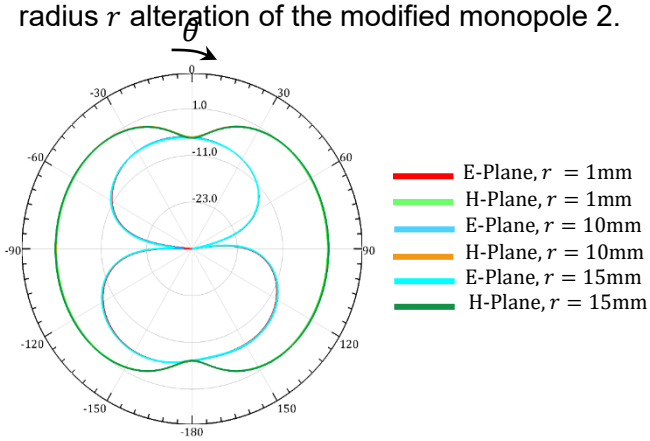
reactance at the frequency of 0.915 GHz, indicating resonant points away from the design frequency. Additionally, slight entries of the next operating modes at 1.5, 2.1, and 2.75 GHz are highlighted. At these resonances, the system's energy may be distributed and among the operating modes. It was found that the circular curvature radius decreases the peaks of input resistance R_{11}, smoothing them, similarly to the characteristic curve of reflection reactance X_{11}. Figures 15 and 16 present the radiated characteristics of the antenna (modified model 2) for bandwidth gain and spatial gain in elevation θ, respectively.

Figure 15 – Bandwidth gain versus radius r alteration of the modified monopole 2.



Source: The author.

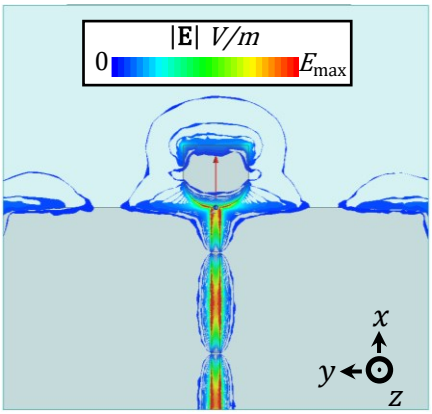
Figure 16 – Radiation pattern for gain versus radius r alteration of the modified monopole 2.



Source: The author.

Figure 15 is very similar to the behavior of Figure 5, with a slight global drop of 0.5dB in the observation window of Figure 15. The parametric effect of the curvature radius r does not influence the gain pattern in the band and, as seen in Figure 16, also does not impact the radiation pattern, maintaining the same bidirectional (*E*-plane) and omnidirectional (*H*-plane) format when three curves $r = \{1, 5, \text{and } 15\}$ mm are selected. Figure 17 shows the electric field distribution $|\boldsymbol{E}|$ in amplitude for the frequency of 2.1GHz and $r = 15$ mm. In blue colors, the electric field amplitude is zero, in contrast to the orange-red colors, where the electric field amplitude is maximum E_{max}, as illustrated in Figure 17:

Figure 17 – Distribution in magnitude of the electric field $|\boldsymbol{E}|$ of the modified monopole 2.



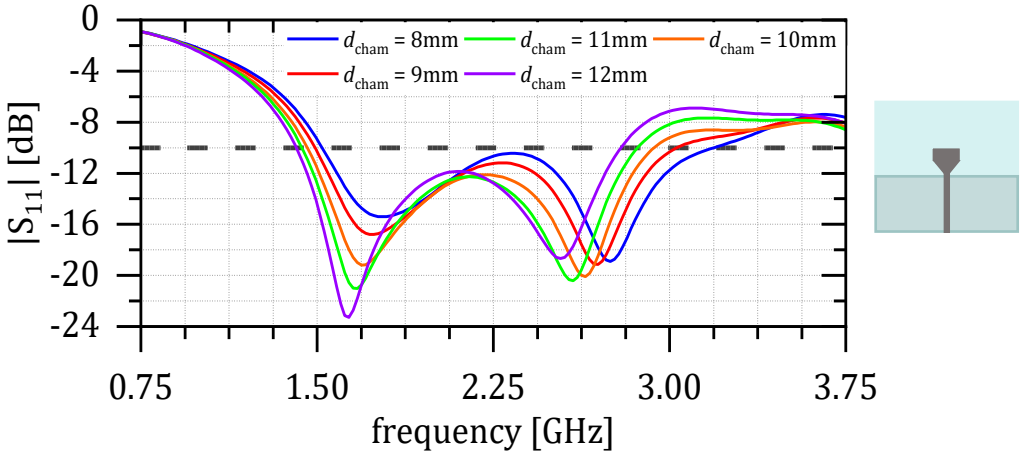
Source: The author.

The distribution demonstrates uniformity along the feed line of the monopole. Two clear field nulls are noted, reaching the resonant element, and a distributed concentration of the electric field in the circular curvature is confirmed. This can be explained, in fact, by the volumetric density of electromagnetic energy associated with the electric field u_E, which is proportional to the square of the electric field $|\boldsymbol{E}|$, that is, $u_E \sim \varepsilon_{\text{eff}}|\boldsymbol{E}|^2/2$ (Balanis, 2016).

6 MODIFIED MONOPOLE WITH RECTILINEAR CURVE

Finally, the behavior of the modified monopole (model 3) was analyzed using the chamfering technique with a straight curve (triangular base) as described in Fig. 2(d). This analysis was conducted by varying the physical chamfering distance of the inserted element in Fig. 2(b), denoted as d_{cham}. The relationship between bandwidth and chamfer distance is evaluated in Fig. 18, showing an increase in bandwidth with a decrease in d_{cham}. It is possible to see two modes in operation very close together, leading to a broadening of the bandwidth as typically seen in Fig. 3 for the blue curve, anticipating the mutual excitation of these two modes.

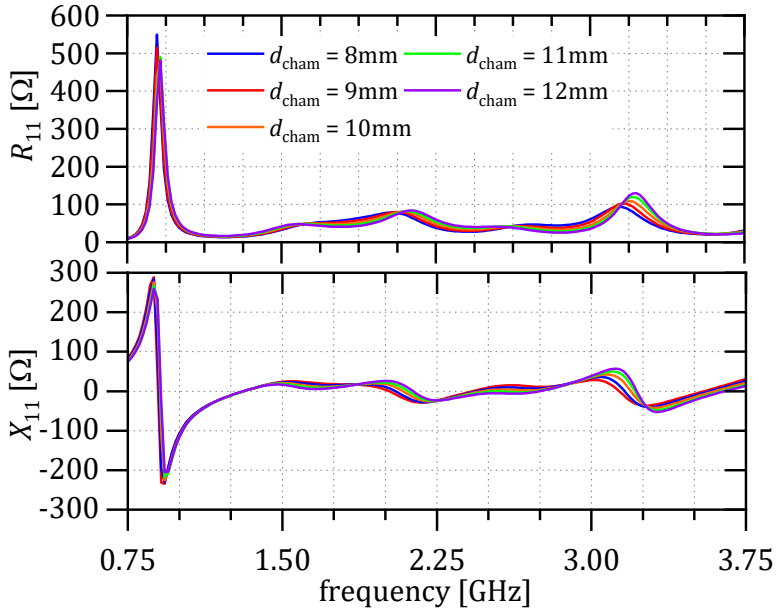
Figure 18 – Reflection coefficient versus the variation of d_{cham} of the modified monopole 3.



Source: The author.

Numerically, the bandwidth approached that of the monopole with curved chamfering. The largest bandwidth observed was ($BW \sim$ 1.5–3.2GHz), 300MHz lower compared to the bandwidth of the circularly chamfered monopole. Subsequently, the effect of matching is described by the reflection impedance Z_{11} as d_{cham} varies, as shown in Fig. 19 (a—b).

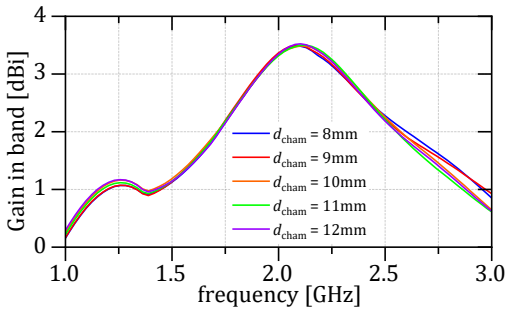
Figure 19 – Complex impedance $Z_{11}(f)$ versus the variation of d_{cham} of the modified monopole 3.



Source: The author.

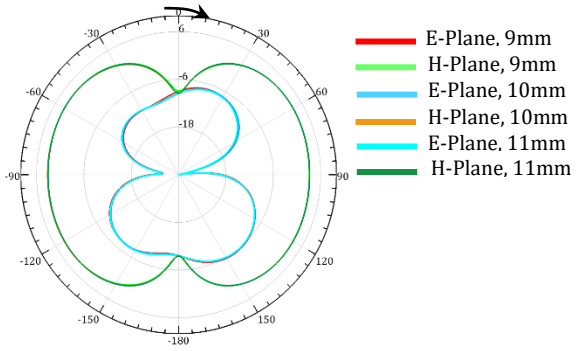
In practical terms, there is still a predominant resonance at 0.915GHz in the frequency response for both resistance (Fig. 19 (a)) and reactance (Fig. 19 (b)) of reflection. At 2.1GHz, a slight entry of the operating mode is observed in both graphs with maximum resistance peaks of approximately $R_{11} = 100\,\Omega$ and a slight shift of the resonance at the center of the reactance curve $X_{11} \approx 0\,\Omega$. Regarding the antenna gain for the modified model 3, it was analyzed through Figs. 20 and 21 that the physical parameter d_{cham} does not significantly interfere, as depicted in Figs. 20-21. The gain in band (frequency response) is maximized at 2.1GHz to 3.5dBi, varying considerably from the gain compared to the curved-circular chamfer (Fig. 15), which shows two frequency moments of maximization.

Figure 20 – Bandwidth gain versus d_{cham} alteration of the modified monopole 3.



Source: The author.

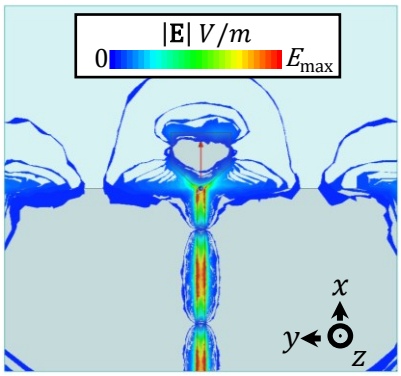
Figure 21 – Radiation pattern for gain versus d_{cham} alteration of the modified monopole 3.



Source: The author.

Figure 21 shows an unchanged radiation pattern (gain) in response to the variation of the chamfer distance, with three selected values $d_{cham} = \{9,\ 10,\ \text{and}\ 11\}$mm. The *E*-plane and *H*-plane had a bidirectionality and omnidirectionality associated with spatial gain (for angular elevation θ), respectively, without significant changes. Figure 22 demonstrates the same procedure for the uniform distribution of the electromagnetic signal reaching the monopole, indicated by the two nulls in the color transition from blue to red.

Figure 22 – Magnitude distribution of the electric field $|\boldsymbol{E}|$ of the modified monopole 3.



Source: The author.

As explained earlier, part of the electromagnetic energy resides in the curvature of the bulge (with lower intensity indicated by the green shading), resembling the behavior of the curved-circular bulge described in the previous section. As emphasized, this electric field (in amplitude) promotes resonance at the operating frequency of 2.1 GHz.

7 CONCLUSION

In summary, it can be stated that the implementation of the bulging technique promoted a significant increase of 30% in the bandwidth in the conventional model (Conv.) of the quarter-wavelength monopole to modification 1 (Mod. 1), as established in Table 2. The maximum bandwidth is observed in modification 2 (Mod. 2) at 84.4%, with a lower gain of 1.8 dBi at the resonance frequency $f_r = 2.1$ GHz, being the model with the most suitable matching $R_{11} = 1.192Z_0$ $(59.6\,\Omega)$. It is possible to establish relationships between BW and the studied physical parameters as described in Table 2.

Table 2 – Comparison between all models (*$Z_0 = 50\Omega$).

Models	$\boldsymbol{BW}$ **[%]**	**Gain [dBi]**	**Rel. BW and physical params.**	$\boldsymbol{R_{11}}$ **[Z_0]* (em f_r)**
Conv.	46,0	2,5	$\uparrow BW \downarrow \boldsymbol{w_s}$	$1{,}870Z_0$
Mod. 1	76,8	3,7	$\uparrow BW \uparrow \boldsymbol{l_{m1}}$	$1{,}684Z_0$
Mod. 2	**84,4**	1,8	$\uparrow BW \uparrow \boldsymbol{r}$	$1{,}192Z_0$
Mod. 3	73,1	3,5	$\uparrow BW \downarrow \boldsymbol{d_{cham}}$	$1{,}682Z_0$

Source: The author.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was carried out with the support of the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brazil (CAPES) – Financing Code 001.

REFERENCES

Falcão, P., Felício, J. M., & Peixeiro, C. (2023). Wideband, wearable, printed monopole antenna system for integration into an electromagnetic radiation evaluation device. *Sensors, 23*(7), 3667. https://doi.org/10.3390/s23073667.

Keum, K., & Choi, J. (2018). A 28 GHz 4 × 4 U-slot patch array antenna for mm-wave communication. In: 2018 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP 2018), 1–2. Busan, Korea.

Mahmood, F., Ali, S. M. U., Alam, M., & Willander, M. (2012). Design of WLAN patch and UWB monopole antenna. In B. S. Chowdhry, F. K. Shaikh, D. M. A. Hussain, & M. A. Uqaili (Eds.), Emerging Trends and Applications in Information Communication Technologies. Communications in Computer and Information Science (Vol. 281, pp. 295–304). Springer Berlin Heidelberg. http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-28962-0_29.

Saha, T. K., Goodbody, C., Karacolak, T., & Sekhar, P. K. (2019). A compact monopole antenna for ultra-wideband applications. *Microwave and Optical Technology Letters, 61*(1), 182–186. https://doi.org/10.1002/mop.31519.

Singh, S. K., Sharma, M. P., & Kashyap, N. K. (2016). A modified planar triangular monopole antenna for wide band applications. In: 2016 11th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS), 598–602. Roorkee, India: IEEE. http://ieeexplore.ieee.org/document/8263009/.

Tomar, S., & Kumar, A. (2015). Design of a triple band-notched UWB planar monopole antenna. *Journal of Microwaves, Optoelectronics and Electromagnetic Applications, 14*(2), 184–196. https://doi.org/10.1590/2179-10742015v14i2514.

Ullah, S., Ruan, C., Sadiq, M. S., Haq, T. U., & He, W. (2019). High-efficient and ultra-wide band monopole antenna for microwave imaging and communication applications. *Sensors, 20*(1), 115. https://doi.org/10.3390/s20010115.

Wang, Y., Huang, T., Ma, D., Shen, P., Hu, J., & Wu, W. (2019). Ultra-wideband (UWB) monopole antenna with dual notched bands by combining electromagnetic-bandgap (EBG) and slot structures. In: 2019 IEEE MTT-S International Microwave Biomedical Conference (IMBioC), 1–3. Nanjing, China: IEEE. https://ieeexplore.ieee.org/document/8777856/.

CHAPTER XX

EXPLORING NEW PERSPECTIVES: CANNABIDIOL AS A COMPLEMENTARY THERAPY IN THE TREATMENT OF AUTISM SPECTRUM DISORDER

EXPLORANDO NOVAS PERSPECTIVAS: CANABIDIOL COMO TERAPIA COMPLEMENTAR NO TRATAMENTO DO TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA

DOI: 10.51859/amplla.sset.2124-20

Maria Eduarda Nunes Ribeiro [1]
Anna Beatriz Fonseca Freitas [2]
Bianca Sheila Conceição de Andrade [3]
Louyze Assunção Cristiano de Oliveira [4]
Liliane Bezerra de Lima [5]
Salatiel Henrique Pereira de Lima [6]

[1] Graduando do curso de Farmácia. Centro Universitário UniFBV – UniFBV. https://orcid.org/0009-0006-2636-5149.
[2] Graduando do curso de Farmácia. Centro Universitário UniFBV – UniFBV.https://orcid.org/0009-0008-7855-3699.
[3] Graduando do curso de Farmácia. Centro Universitário UniFBV – UniFBV. https://orcid.org/0009-0002-8256-9462.
[4] Graduando do curso de Farmácia. Centro Universitário UniFBV – UniFBV. https://orcid.org/0009-0000-4932-5664.
[5] Coordenadora de Farmácia. Centro Universitário UniFBV – UniFBV. https://orcid.org/0000-0002-7153-1517.
[6] Preceptor de Farmácia. Centro Universitário UniFBV – UniFBV. https://orcid.org/0000-0001-9876-0398.

ABSTRACT

Autism Spectrum Disorder (ASD) is a complex neurological condition that manifests through social deficits, repetitive behaviors, and communication difficulties, exerting a considerable impact on childhood development and functioning. Its origins are multifaceted, involving genetic, neurological, and social factors. Diagnosis, based on clinical observations, highlights the triad of impairments: social interaction, communication, and repetitive behaviors. This diagnosis can trigger a series of emotional reactions in the family, such as shock, denial, guilt, and isolation. The family plays a crucial role in the adaptation process of children with ASD to society, collaborating with healthcare professionals in a joint effort. Conventional treatment is multidisciplinary and personalized, encompassing psychological, physiotherapeutic, speech therapy, and pharmacological interventions. However, it is important to note that conventional medications may cause serious side effects. Recently, cannabidiol (CBD), derived from Cannabis sativa, has sparked interest as a complementary therapy for ASD, due to its neuroprotective, anticonvulsant, and anxiolytic properties. CBD acts on the endocannabinoid system, modulating neurotransmission and reducing neuronal excitability. Research indicates that CBD may contribute to improving the quality of life of patients with ASD, reducing hyperactivity, aggression, and anxiety. In summary, CBD emerges as a promising therapeutic alternative, possessing a favorable safety profile and potentially less financially impactful compared to conventional treatments for ASD. However, it is important to highlight that access to CBD as a treatment for ASD still faces obstacles, such as the stigma associated with Cannabis use.

Keywords: Autism Spectrum Disorder (ASD). Cannabidiol (CBD). Treatment.

RESUMO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é uma condição neurológica complexa que se manifesta através de déficits sociais, comportamentos repetitivos e dificuldades

na comunicação, exercendo um impacto considerável no desenvolvimento e funcionamento infantil. Sua origem é multifacetada, envolvendo fatores genéticos, neurológicos e sociais. O diagnóstico, fundamentado em observações clínicas, destaca a tríade de prejuízos: interação social, comunicação e comportamentos repetitivos. Esse diagnóstico pode desencadear uma série de reações emocionais na família, como choque, negação, culpa e isolamento. A família desempenha um papel crucial no processo de adaptação da criança com TEA à sociedade, colaborando com profissionais de saúde em um trabalho conjunto. O tratamento convencional é multidisciplinar e personalizado, abrangendo acompanhamentos psicológicos, fisioterápicos, fonoaudiológicos e farmacológicos. Contudo, é importante ressaltar que os medicamentos convencionais podem acarretar efeitos colaterais graves. Recentemente, o canabidiol (CBD), derivado da Cannabis sativa, tem despertado interesse como terapia complementar para o TEA, devido às suas propriedades neuroprotetoras, anticonvulsivantes e ansiolíticas. O CBD atua no sistema endocanabinóide, modulando a neurotransmissão e reduzindo a excitabilidade neuronal. Pesquisas indicam que o CBD pode contribuir para melhorar a qualidade de vida de pacientes com TEA, reduzindo hiperatividade, agressividade e ansiedade. Em síntese, o CBD emerge como uma alternativa terapêutica promissora, possuindo um perfil de segurança favorável e potencialmente menos impactante financeiramente em comparação aos tratamentos convencionais para o TEA. Entretanto, é importante destacar que o acesso ao CBD como tratamento para o TEA ainda enfrenta obstáculos, como o estigma associado ao uso da Cannabis.

Palavras-chave: Canabidiol (CBD). Transtorno do Espectro Autista (TEA). Tratamento.

1 INTRODUÇÃO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) define-se como uma síndrome comportamental que se manifesta comprometendo o desenvolvimento motor e psiconeurológico, o que dificulta a cognição, a linguagem e a interação social da criança, sendo notado após os três anos de idade (da Costa et al., 2024). Segundo estudos de Klin (2006), a prevalência desse transtorno é maior no sexo masculino, na proporção de 3,5 a 4,0 homens para 1 mulher. Apesar das causas do TEA serem ainda desconhecidas, há indícios de que a origem esteja relacionada a anormalidade nas múltiplas regiões cerebrais, podendo ser genéticas ou não (Braga, 2023). A etiologia do autismo é heterogênica, ou seja, pode ser advinda de múltiplas causas, incluindo fatores genéticos, ambientais e mecanismos epigenéticos (de Macedo. 2022). Embora a escassez de estudos epidemiológicos nacionais no Brasil dificulte a precisão dos dados, estima-se uma incidência de 27,2 casos para cada 10.000 habitantes (Pinto et al., 2016).

Segundo afirmativa de Marco et al., (2021), a intervenção precoce é crucial para pacientes com o transtorno autista, devendo ser iniciada logo quando se há suspeitas

do quadro. Alinhado a isso, O Ministério do Saúde, em 2013 publicou a Diretriz de Atenção a Reabilitação da pessoa com TEA, com o intuito de orientar os profissionais de saúde e os familiares no auxílio da identificação precoce do autismo em crianças na faixa de três anos.

De acordo com Velasques e colaboradores (2014), O diagnóstico do TEA carece de exames laboratoriais que determine previamente o TEA, por isso, as suspeitas são evidenciadas de início por observações familiares. O manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais (DSM) destacam três caminhos principais para serem observados: interações socias, déficits na comunicação e comportamentos repetitivos. A variabilidade sintomática e a ausência de exames específicos contribuem para a dificuldade diagnóstica.

O tratamento do autismo precisa ser individualizado e estar em concordância com o nível de comprometimento de cada paciente. No TEA, geralmente o método de escolha é o tratamento não farmacológico, entretanto, alguns pacientes podem necessitar de medidas farmacológicas para controlar sintomas específicos (Minella et al., 2021; Mimura et al., 2023).

No entanto, as medidas farmacológicas podem apresentar efeitos colaterais graves como como nefropatia, hepatopatia, síndromes metabólicas, entre outros. Por isso, pesquisadores passaram a explorar outras alternativas terapêuticas, como o uso de substâncias derivadas de *Cannabis sativa* (Silva et al., 2022).

Uma alternativa para redução dos sinais dos pacientes com TEA são preparados a base de canabidiol (CBD) sendo ele o componente que existe em maior quantidade na *Cannabis sativa* e que são livres dos efeitos lisérgicos (Minella et al., 2021). A partir de estudos realizados por Silva et al., (2022), foi-se concluído que O CBD ao interagir com o sistema endocanabinóide, pode modular variados aspectos relacionados a cognição, respostas socioemocionais, plasticidade neuronal e convulsões, que são pontos frequentemente alterados no autismo.

Neste contexto, este estudo busca evidenciar os benefícios do canabidiol como terapia complementar para o TEA, destacando sua capacidade de promover evolução nos sinais clínicos e sintomas, bem como a redução de efeitos colaterais em comparação com terapias farmacológicas convencionais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Transtorno do Espectro Autista (TEA)

2.1.1 Conceito, Histórico e Causas do TEA

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é um distúrbio neurológico que afeta o desenvolvimento cerebral, resultando em déficits sociais, comportamentos estereotipados e repetitivos, além de prejuízos na comunicação verbal e não verbal (Castro et al., 2024).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o TEA compreende uma série de condições caracterizadas por diferentes níveis de comprometimento em aspectos como comportamento social, comunicação e linguagem, bem como por um conjunto restrito de interesses e atividades repetitivas. A prevalência mundial do TEA é estimada em 70 casos a cada 10.000 habitantes, sendo quatro vezes mais comum em meninos (Nicoletti et al., 2021).

O termo "distúrbio autístico do contato afetivo" foi introduzido por Kanner em 1943, e Hans Asperger, no ano seguinte, descreveu as dificuldades enfrentadas por crianças autistas em estabelecer laços afetivos e se comunicar (Côrtes et al., 2020).

Segundo Lampreia (2003), o termo "autismo" foi oficialmente reconhecido pela primeira vez na Classificação Internacional de Doenças (CID-9) em 1975, sendo categorizado como uma psicose infantil. Apenas em 1978, com os estudos de Rutter, o autismo passou a ser considerado um transtorno do desenvolvimento, definido pela tríade de prejuízos que permanece atual: interação social, comunicação e padrões restritos e repetitivos de comportamentos, interesses e atividades (Bairrão et al., 1978).

Alguns estudos sugerem que o autismo pode ser resultado de perturbações. A etiologia do TEA ainda não foi totalmente compreendida, no entanto, atualmente, considera-se que seja uma síndrome de origem multicausal, envolvendo fatores genéticos, neurológicos e sociais. na relação da criança com o ambiente, enquanto outros defendem que o autismo está relacionado a fatores genéticos, anormalidades cerebrais, alterações neuronais ou translocações cromossômicas (REIS et al., 2016).

2.1.2 Sintomatologia e Diagnóstico do TEA

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é um distúrbio heterogêneo que abrange uma ampla variedade de sintomas e manifestações clínicas, afetando múltiplos níveis de desenvolvimento e funcionamento. Segundo a Associação Americana de Psiquiatria, os sintomas aparecem nos primeiros três anos de vida e envolvem três domínios de perturbação: social, comportamental e comunicacional (Klin, 2006; Pereira, 2023).

A tríade característica do TEA inclui dificuldades qualitativas na comunicação verbal e não verbal, na interação social e na restrição de interesses e atividades. Além disso, podem estar presentes movimentos estereotipados e maneirismos, bem como variabilidade no padrão de inteligência e temperamento instável (Cardoso et al., 2012).

Crianças com TEA também podem apresentar hiperatividade, automutilação, agressividade, ansiedade e distúrbios do sono, o que pode prejudicar suas atividades diárias, incluindo educação e interação social, e contribuir para a exclusão social (Ribeiro et al., 2023).

O TEA pode estar associado a diversas condições clínicas, como deficiência intelectual (presente em cerca de 50% dos casos), epilepsia (presente em até 42% dos casos), deficiência auditiva, síndrome de Down e outras condições patológicas (Schwartzman, 2011).

De acordo com Montenegro e colaboradores (2018), as dificuldades de desenvolvimento neurológico podem ser observadas nos primeiros meses de vida, e o diagnóstico pode ser feito entre os 2 e 3 anos de idade. O Manual de Orientação do Departamento Científico de Pediatria do Desenvolvimento e Comportamento, destaca que a gravidade do TEA varia em cada criança e, embora não haja cura, o diagnóstico precoce pode minimizar os sintomas, sendo necessário estar atento a marcadores clínicos potencialmente importantes.

Os sinais clínicos são frequentemente identificados por pais, cuidadores e familiares, que observam padrões comportamentais típicos do autismo nas crianças. Esses sinais incluem baixo contato visual, pouca ou nenhuma vocalização, aversão ao toque, maior interesse por objetos do que por pessoas, baixa frequência de sorrisos e reciprocidade social, interesses incomuns, sensibilidade exacerbada a estímulos sensoriais, distúrbios do sono e pouca responsividade durante a amamentação (Cardoso et al., 2012; Steyer et al., 2018; Arvigo et al., 2022).

Para diagnóstico do TEA, devem ser observados três domínios afetados: 1) interação social, 2) comunicação e 3) interesses restritos e padrões estereotipados de comportamento, incluindo movimentos repetitivos e maneirismos. A interação social é impactada pelas dificuldades na comunicação verbal e não verbal (Minella et al., 2021).

2.1.3 O impacto do diagnóstico do TEA na família

De acordo com os estudos de Kanner (1943) nas décadas de 1940 e 1950, os profissionais descreviam os pais das crianças autistas como sendo psicóticos, rígidos, perfeccionistas, com fragilidade emocional ou deprimidos, o que tinha repercussões sobre a criança (Kanner, 1954; Lima, 2014).

Somente nas décadas de 1960 e 1970, os pais deixam de ser culpabilizados pela condição da criança e passam a ter um papel primordial em sua recuperação, sendo considerados elementos fundamentais para o progresso e desenvolvimento dos filhos (Mateus, 2015).

O diagnóstico de uma condição crônica na família, especialmente envolvendo crianças, constitui uma situação de grande impacto, podendo influenciar na mudança da rotina diária, na readequação de papéis e ocasionar diversos efeitos nos âmbitos ocupacional, financeiro e das relações familiares (Pinto et al., 2016).

Segundo Pereira (2005), na família ocorre um ciclo padrão de sofrimento e dor, identificado por Gayhard, que inclui as seguintes fases: diagnóstico, choque, depressão, negação, culpabilidade, vergonha, isolamento, pânico, raiva, negociação, esperança e, por fim, aceitação. A negação é frequente após o diagnóstico, quando os pais relutam em aceitar a realidade, o que pode prejudicar a comunicação entre pais e profissionais, tornando-se um obstáculo para seguir as recomendações.

É comum os pais sentirem desconforto em contextos sociais, pois são confrontados com a incapacidade de controlar o comportamento de seus filhos, como por exemplo, pedir comida a desconhecidos, gritar ou empurrar outras crianças, o que desencadeia sentimentos de vergonha e isolamento. Além disso, encontrar uma escola especializada pode ser um desafio, pois algumas escolas podem não aceitar a criança, enquanto outras são mal preparadas (Mateus, 2015).

Estudos têm demonstrado altos níveis de ansiedade em pais de crianças autistas, especialmente durante as fases de transição até chegar à aceitação. Para os pais, a preocupação com o futuro do filho em termos de autonomia e independência

é constante. Uma criança autista requer diversos serviços de saúde e educacionais: médicos, terapia da fala, terapia ocupacional, educadores, professores e medicinas alternativas, o que também pode representar um desafio, pois nem todas as famílias conseguem arcar com os custos (Newsome, 2001).

De acordo com Cunha (2020), a família é atualmente considerada um suporte essencial para o desenvolvimento da pessoa com autismo, juntamente com as terapias multiprofissionais. Em concordância com isso, Semensato e Bosa (2013) esclarecem que essa parceria entre os profissionais de saúde e a família é fundamental para o processo de adaptação da criança com autismo na sociedade, ressaltando a importância da educação nesse processo conjunto.

2.1.4 Tratamento Convencional para o TEA

O tratamento para o TEA requer abordagem multidisciplinar e individualizada, uma vez que as características clínicas do autismo podem variar em gravidade e ser influenciadas por diversos fatores, como educação, habilidades e temperamento (Gláuber et al., 2023).

Com relação às intervenções terapêuticas, são indicados acompanhamentos psicológicos, fisioterápicos, fonoaudiológicos, neurológicos, psiquiátricos, nutricionais, além de inúmeros métodos e técnicas terapêuticas que podem auxiliar no tratamento do autismo (Schwartzman, 2011).

Evidências demonstram que quanto mais precoce a criança inicia o tratamento, melhor é o prognóstico. No entanto, não existe um tratamento farmacológico específico para o autismo, mas sim para as condições associadas a ele (Schwartzman, 2011; Gláuber et al., 2023).

Dessa forma, é possível alcançar uma diminuição significativa dos sintomas, como agitação psicomotora, agressividade e sintomas obsessiva-compulsivos, porém, os benefícios de cada tratamento específico ainda são inconclusivos, com resultados muitas vezes limitados (Silva et al., 2022).

De acordo com de Assis et al., (2021), são utilizados medicamentos de diferentes grupos e os benefícios a longo prazo não são bem esclarecidos, o que leva à descontinuidade do tratamento por grande parte dos pacientes, além dos efeitos colaterais decorrentes da terapia medicamentosa.

O tratamento médico convencional inclui inúmeros medicamentos psicotrópicos, como antipsicóticos atípicos (AAPs), inibidores seletivos da recaptação de serotonina (ISRSs), estimulantes e ansiolíticos (Eissa et al., 2018).

Os antipsicóticos atípicos, originalmente desenvolvidos para o tratamento da psicose, incluem: clozapina, risperidona, olanzapina, quetiapina, ziprasidona e aripiprazol. Tais agentes farmacológicos são amplamente utilizados no tratamento de comportamentos mal adaptativos do TEA, como automutilação, episódios de agressão e crises de ira. Em relação aos antipsicóticos típicos, como o haloperidol, os AAPs oferecem vantagens que incluem, a curto prazo, menos efeitos colaterais, além da melhora dos sinais "negativos" da esquizofrenia e das estereotipias, que impactam nas relações sociais dos indivíduos (Hollander et al., 2001; Reddihough et al., 2019).

Os inibidores seletivos da recaptação de serotonina (ISRSs), com significativa aplicabilidade clínica no Transtorno do Espectro Autista (TEA), incluem a fluoxetina, fluvoxamina, sertralina, citalopram e mirtazapina. Estes compostos atuam inibindo a recaptação de serotonina no sítio do transportador pré-sináptico, melhorando sintomas como obsessões, compulsões, transtornos de ansiedade, depressão e estereotipias (Hollander et al., 2001).

Os estimulantes, como o metilfenidato, direcionam-se às atividades comórbidas e demonstraram benefícios no tratamento de sinais como agitação motora, hiperatividade, distratibilidade e comportamento disruptivo (Reddihough et al., 2019).

Os anticonvulsivantes, como o divalproato sódico, também podem proporcionar melhorias na instabilidade, comportamentos repetitivos e agressão. Contudo, é importante observar que esses medicamentos podem estar associados a efeitos colaterais graves, incluindo nefropatia, hepatopatia e síndrome metabólica, entre outros (Leite et al., 2015).

2.2 Canabidiol

2.2.1 Cannabis Sativa L.

Cannabis sativa é um arbusto da família Moraceae, comumente conhecido como "cânhamo da Índia", que cresce amplamente em diversas partes do mundo, especialmente em regiões tropicais e temperadas. Os primeiros usos documentados de *Cannabis* datam de 2700 a.C., na antiga cultura chinesa (Honório et al., 2006; Gomes, 2018).

No Brasil, a *Cannabis* foi introduzida em torno de 1549 por escravos africanos, disseminando-se rapidamente entre a população escrava e indígena. Devido à sua popularidade, a planta foi reconhecida por médicos franceses e ingleses como um medicamento para várias doenças (Martins et al., 2023).

O primeiro registro medicinal de *Cannabis* foi feito pelos chineses há cerca de 2000 anos, no Pen-Ts'ao Ching, considerada a primeira farmacopeia conhecida do mundo. Desde então, a planta tem sido utilizada para diversos fins, incluindo alimentação, rituais religiosos e práticas medicinais (Honório et al., 2006).

Na segunda metade do século XX, pesquisas identificaram dezenas de substâncias na *Cannabis*, incluindo canabinoides, terpenos e flavonoides. Entre os canabinoides, destacam-se o canabidiol (CBD) e o Delta-9-Tetrahidrocanabinol (Δ^9-THC). O CBD não possui efeitos psicoativos, enquanto o Δ^9-THC é psicoativo, ambos atuando em receptores específicos no organismo. Canabinoides endógenos, como o 2-araquidonoil glicerol (2-AG) e a anandamida (AEA), são produzidos no neurônio a partir do ácido araquidônico (Solymosi et al., 2017).

O THC está associado a efeitos psicoativos prejudiciais, como tonturas, ansiedade, paranoia, dependência e comprometimento cognitivo. Em contraste, o CBD não é prejudicial ou intoxicante em doses normais. O CBD pode antagonizar os efeitos agudos do THC e induzir um efeito calmante no sistema nervoso central (Ponton et al., 2020).

Em 2016, a ANVISA permitiu o registro de fármacos derivados da *Cannabis* com 30 mg/mL de CBD e 30 mg/mL de THC. Em 2017, a *Cannabis sativa* foi incluída como planta medicinal na denominação comum brasileira, e o primeiro medicamento derivado da planta foi aprovado. Atualmente, apenas 23 produtos foram aprovados no Brasil, dificultando a aquisição e fabricação nacional devido ao alto custo e à discriminação do uso medicinal (Martins et al., 2023).

2.2.2 Canabidiol e suas Propriedades

O canabidiol (CBD) é um dos principais componentes da *Cannabis sativa* e tem sido estudado para diversas doenças. Evidências preliminares sugerem que o CBD pode aliviar espasticidade, dor, distúrbios do sono, melhorar a mobilidade na esclerose múltipla e aliviar sintomas de ansiedade e fobia social (Silva et al., 2022).

O CBD, sendo um derivado não psicoativo da *Cannabis*, mostrou eficácia e segurança, sendo aprovado pelo Food and Drug Administration (FDA) para tratar

algumas síndromes epiléticas. Estudos pré-clínicos indicam que o CBD tem propriedades anti-inflamatórias, neuroprotetoras, antipsicóticas, analgésicas, anticonvulsivantes, antieméticas, antioxidantes, antiartríticas e antineoplásicas (Honório et al., 2006; Mimura et al., 2023).

Os mecanismos postulados para os efeitos do CBD incluem a inibição da degradação dos endocanabinoides, modulação da atividade serotoninérgica e propriedades anti-inflamatórias. O CBD pode melhorar sintomas de distúrbios somáticos e condições psiquiátricas e de desenvolvimento neurológico, como TEA e TDAH (Botêlho, 2020; Aran et al., 2021; Araújo et al., 2023).

As ações antiemética, ansiolítica e analgésica do CBD podem ser mediadas por ligação a receptores serotoninérgicos, especialmente o 5HT1, envolvido na redução de excitotoxicidade, estresse oxidativo e ativação pró-inflamatória (Ponton et al., 2020; Khan et al., 2020; Silva et al., 2022).

2.2.3 Canabidiol no TEA

O uso terapêutico do CBD tem ganhado destaque na indústria farmacêutica, sendo considerado promissor para o tratamento de diversas patologias, incluindo o Transtorno do Espectro Autista (TEA). O CBD pode melhorar a qualidade de vida dos pacientes com TEA, ajudando na interação social, comunicação, agressividade, crises convulsivas e distúrbios do sono (Silva et al., 2022).

Atualmente, apenas a risperidona e o aripiprazol são aprovados pelo FDA para tratar a irritabilidade no TEA, mas estes medicamentos causam efeitos colaterais como obesidade e síndromes metabólicas. O CBD, com um perfil de segurança favorável e poucos efeitos colaterais, é promissor para tratar sintomas associados a distúrbios do desenvolvimento neurológico (Aran et al., 2021).

Estudos indicam que o CBD pode reduzir hiperatividade, comportamentos autolesivos, ansiedade e insônia em pacientes com TEA. Um estudo em Israel com 188 crianças com TEA usando óleo de cannabis rico em CBD mostrou uma melhoria global de 80% na qualidade de vida e poucos efeitos colaterais, sendo a sonolência o mais comum. No Brasil, a acessibilidade ao medicamento é limitada devido ao alto custo e à associação da *Cannabis* ao uso recreativo e ilícito (Khan et al., 2020; Mimura et al., 2023).

2.2.4 Relação do Sistema Endocanabinóide no TEA

Os fitocanabinóides, como o CBD, atuam em múltiplos alvos biológicos, incluindo o sistema endocanabinóide (SEC). O SEC é composto principalmente por dois receptores, CB1 e CB2, endocanabinoides como anandamida (AEA) e 2-araquinodoilglicerol (2-AG), e as enzimas responsáveis por sua síntese e metabolismo (Parrella et al., 2023).

Os receptores CB1 estão presentes na medula e em terminais nervosos periféricos, sendo abundantes no cerebelo, hipocampo e córtex cerebral, regiões associadas à coordenação motora, aprendizagem, memória e funções cognitivas. Os receptores CB2 predominam no sistema imunológico, especialmente em células de origem macrofágica, e também estão presentes em outros tecidos como ossos, sistema reprodutor, cardiovascular, gastrointestinal e cérebro (Honório et al., 2006; Silva et al., 2022).

A modulação dos canabinoides no SEC influencia processos fisiológicos como apetite, ansiedade, resposta imunológica, dor, movimento e memória. Estudos sugerem que o SEC impacta habilidades sociais e emocionais e processos de aprendizagem e memória, relacionados à sintomatologia do TEA (Aran et al., 2021).

Alterações no SEC podem estar presentes no fenótipo autista, com níveis reduzidos de endocanabinoides em amostras de plasma de crianças com TEA. Intervenções farmacológicas que modulam o SEC estão sendo exploradas pelo potencial de ajudar indivíduos com distúrbios do neurodesenvolvimento (Nobre et al., 2024).

2.2.5 Mecanismo de Ação

O sistema endocanabinoide está envolvido na modulação da neurotransmissão do glutamato e do GABA, respectivamente os neurotransmissores excitatórios e inibitórios primários do cérebro humano. O canabidiol (CBD) modula a inibição da excitação cerebral (E/I) e, portanto, tem sido extensivamente pesquisado em relação às suas propriedades anticonvulsivantes (Ribeiro, 2018).

O aumento da relação E/I (ou seja, favorecendo a excitação) tem sido implicado em déficits de processamento social especificamente no transtorno do espectro autista (TEA) e acredita-se que esse desequilíbrio seja impulsionado principalmente pela desregulação do sistema GABAérgico (Costa, 2023).

Há evidências crescentes que apoiam a utilidade da modulação do GABA no alívio das principais dificuldades nos distúrbios do neurodesenvolvimento. A redução do GABA no córtex somatossensorial tem sido associada à disfunção tátil em crianças autistas, e a desregulação do GABA pode ser relevante para a gravidade dos sintomas do TEA (Pinheiro 2022; Araújo et al., 2023).

Em humanos, foi demonstrado que o CBD modula a atividade neuroquímica através de vários mecanismos. Araújo et al., (2023) explicam que esse processo ocorre a partir da ocorrência de um estímulo nocivo, transmitido ao neurônio pós-sináptico, que faz com que este sintetize e libere endocanabinoides.

Estes, por sua vez, chegam ao neurônio pré-sináptico, ativando e induzindo a expressão de receptores CB1, que inibem canais de cálcio voltagem-dependentes e ativam canais de potássio. O resultado é a restrição da liberação de neurotransmissores excitatórios (Araújo et al., 2023).

Dessa forma, a partir dessas interações, ocorre o desencadeamento de cascatas bioquímicas que modulam a produção de neurotransmissores e reduzem a excitabilidade e transmissão neuronal, provocando os efeitos ansiolíticos, anti-inflamatórios e analgésicos do CBD, além de fornecer alívio de diversos sintomas como dor, ansiedade e inflamação. Por isso, o sistema endocanabinoide (SEC) tem atraído considerável atenção como um potencial contribuinte para o TEA (Ponton et al., 2020).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo abordou a relevância do Transtorno do Espectro Autista (TEA), caracterizado por comprometimentos motores e psiconeurológicos que afetam a cognição, a linguagem e a interação social. A intervenção precoce é fundamental para atenuar os sintomas do TEA, sendo o diagnóstico baseado em observações clínicas devido à ausência de exames laboratoriais específicos. As abordagens terapêuticas convencionais incluem métodos não farmacológicos e, quando necessário, intervenções farmacológicas, embora estas últimas possam apresentar efeitos colaterais significativos.

O canabidiol (CBD), um derivado não psicoativo da Cannabis sativa, surge como uma terapia complementar promissora para o TEA. Estudos preliminares sugerem que o CBD pode melhorar sintomas relacionados à cognição, respostas

socioemocionais e convulsões, apresentando um perfil de efeitos colaterais mais favorável em comparação com tratamentos farmacológicos tradicionais.

A revisão bibliográfica destacou que uma abordagem terapêutica multidisciplinar e individualizada é essencial para o manejo do TEA, com o CBD mostrando-se promissor ao interagir com o sistema endocanabinoide e modular diversos aspectos relacionados ao autismo. Evidências indicam que o uso terapêutico do CBD é seguro e eficaz, proporcionando melhorias significativas na qualidade de vida dos indivíduos com TEA.

Em síntese, o CBD representa uma alternativa terapêutica viável e potencialmente menos onerosa em relação aos tratamentos convencionais para o TEA. Com um perfil de segurança favorável, o CBD oferece a possibilidade de reduzir os sintomas, transformando a abordagem atual para essa condição complexa.

REFERÊNCIAS

American Psychiatric Association. (2014). DSM-5: Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais. Artmed Editora.

Aran, Adi et al (2021). Cannabinoid treatment for autism: a proof-of-concept randomized trial. **Molecular Autism**, 12(1),6.

Araújo, M., Almeida, M. B., & Araújo, L. L. N. (2023). Mecanismo de ação dos canabinoides: visão geral. BrJP.

Arvigo, M. C., & Schwartzman, J. S. (2022). Diminuição dos principais sinais de TEA em crianças com diagnóstico precoce. Revista Neurociências, 30, 1-30.

Bairrão, J., & Felgueiras, I. (1978). Contribuição para o estudo das crianças em risco. Análise psicológica, 1, 31-40.

Botêlho, M. G. (2020). Saúde mental e canabis os efeitos terapêuticos no transtorno de estresse pós traumático.

Braga, W. C. (2023). Transtorno do Déficit de atenção com hiperatividade (TDAH): Caracterização e orientações práticas. Paulinas.

Brasil. Ministério da Saúde. Diretrizes de atenção à reabilitação da pessoa com transtorno do espectro autista. Brasília: Secretaria de Atenção à Saúde; 2013. p. 5-74.

Cardoso, C., Rocha, J. F. L. D., Moreira, C. S., & Pinto, A. L. (2012). Desempenho sócio-cognitivo e diferentes situações comunicativas em grupos de crianças com diagnósticos distintos. Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, 24, 140-144.

Cardoso, C., Rocha, J. F. L. D., Moreira, C. S., & Pinto, A. L. (2012). Desempenho sócio-cognitivo e diferentes situações comunicativas em grupos de crianças com diagnósticos distintos. Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, 24, 140-144.

Castro, A. C. B. S., Figueiró, L. M., da Silva, M. J. N., da Silva, R. T., & Galhardo, A. T. (2024). SINTOMAS E SINAIS SEMELHANTES ENTRE O TRANSTORNO DO DÉFICIT DE ATENÇÃO E HIPERATIVIDADE E TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA. Estudos Avançados sobre Saúde e Natureza, 18.

Côrtes, M. D. S. M., & de Albuquerque, A. R. (2020). Contribuições para o diagnóstico do Transtorno do Espectro Autista: de Kanner ao DSM-V. Revista JRG de Estudos Acadêmicos, 3(7), 864-880.

Costa, K. C. M. (2023). Avaliação dos efeitos do canabidiol sobre as consequências comportamentais induzidas pelo tratamento com o ácido valproico durante o período embrionário do zebrafish (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Cunha, E. (2020). Autismo e inclusão: psicopedagogia e práticas educativas na escola e na família. Digitaliza Conteudo.

da Costa, A. N., Da Silva, A. S., Pinheiro, E. G. M., Bentes, J. C. C., & Queiroz, L. T. G. (2024). Assistência de enfermagem às crianças com Transtorno do Espectro Autista. Research, Society and Development, 13(5), e14113545963-e14113545963.

de Assis, D. O., da Silva Souza, C. R., Buriti, L. C. P., Buriti, L. C. P., Morais, L. M. M., de Oliveira, L. M. L., ... & de Souza, M. R. (2021). As especificidades do tratamento farmacológico e suas indicações no transtorno do espectro do autismo Specificities of pharmacological treatment and indications in autism spectrum disorder. Brazilian Journal of Health Review, 4(3), 13207-13216.

de Macedo[1], B. A. (2022). O PAPEL DOS NEUROTRANSMISSORES NO TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA. Transtorno do espectro autista: concepção atual e multidisciplinar na saúde, 217.

de Marco, R. L., Daniel, M. B. N., Calvo, E. N., & Araldi, B. L. (2021). Tea e neuroplasticidade: Identificação e intervenção precoce Asd and neuroplasticity: Identification and early intervention. Brazilian Journal of Development, 7(11), 104534-104552.

Eissa, N., Al-Houqani, M., Sadeq, A., Ojha, S. K., Sasse, A., & Sadek, B. (2018). Current enlightenment about etiology and pharmacological treatment of autism spectrum disorder. Frontiers in neuroscience, 12, 325601.

Gláuber, D., Fockink, J. C., & de Souza Marinho, A. M. (2023). Uso do Canabidiol no Transtorno do Espectro Autista, uma revisão integrativa. Brazilian Journal of Health Review, 6(3), 12073-12088.

Gomes, M. M. C. M. (2018). Impactos socioeconômicos da legalização da cannabis sativa para fins recreativos à luz da análise econômica do Direito (Bachelor's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte).

Hollander, E., Dolgoff-Kaspar, R., Cartwright, C., Rawitt, R., & Novotny, S. (2001). An open trial of divalproex sodium in autism spectrum disorders. Journal of Clinical Psychiatry, 62(7), 530-540.

Honório, K. M., Arroio, A., & Silva, A. B. F. da. (2006). Aspectos terapêuticos de compostos da planta Cannabis sativa. **Quimica nova**, 29(2), 318–325.

Kanner, L. (1954). To what extent is early infantile autism determined by constitutional inadequacies?. Research Publications-Association for Research in Nervous and Mental Disease, 33, 378-385.

Khan, Rabia et al (2020). The therapeutic role of Cannabidiol in mental health: a systematic review. **Journal of Cannabis Research**, 2(1), 2.

Klin, A. (2006). Autismo e síndrome de Asperger: uma visão geral. Brazilian Journal of Psychiatry, 28, s3-s11.

Lampreia, C. (2003). Avaliações quantitativa e qualitativa de um menino autista: uma análise crítica. Psicologia em Estudo, 8, 57-65.

Leite, R., Meirelles, L. M. A., & Milhomem, D. B. (2015). Medicamentos usados no tratamento psicoterapêutico de crianças autistas em Teresina–PI. Boletim Informativo Geum, 6(3), 91.

Lima, R. C. (2014). A construção histórica do autismo (1943-1983). Ciências Humanas e Sociais em revista, 36(1), 109-123.

Martins, D. D. A., & Posso, I. D. P. (2023). Legislação atual sobre cannabis medicinal. Histórico, movimentos, tendências e contratendências no território brasileiro. BrJP.

Mateus, M. M. R. (2015). O assistente social da criança autista e sua família (Doctoral dissertation).

Mimura, P. M. P., Ferreira, L. S., & Pereira, C. L. (2023). Canabinoides no tratamento do autismo e epilepsia infantil. **Brazilian Journal Of Pain**, 6(s1).

Minella, F. C. O., & Linartevichi, V. F. (2021). Efeitos do canabidiol nos sinais e comorbidades do transtorno do espectro autista. **Research, Society and Development**, 10(10), e64101018607.

Montenegro, M. A., Celeri, E. H. R., & Casella, E. B. (2018). Transtorno do Espectro Autista-TEA: manual prático de diagnóstico e tratamento. Thieme Revinter Publicações LTDA.

Newsome, W. S. (2001). Parental perceptions during periods of transition: Implications for social workers serving families coping with autism. Journal of Family Social Work, 5(2), 17-31.

Nicoletti, M. A., & Honda, F. R. (2021). Transtorno do Espectro Autista: uma abordagem sobre as políticas públicas e o acesso à sociedade. Infarma-Ciências Farmacêuticas, 33(2), 117-130.

Nobre, P. V. C., Leite, M. L. V. C., Jatobá, K. C., Cadete, J. V. N., Coutinho, C. C. G. C., Nunes, A. M. B., ... & da Resurreição, F. L. (2024). Efeitos do uso de canabinoides no Transtorno do Espectro Autista: uma revisão integrativa. CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES, 17(6), e7370-e7370.

Parrella, N. F., Hill, A. T., Enticott, P. G., Barhoun, P., Bower, I. S., & Ford, T. C. (2023). A systematic review of cannabidiol trials in neurodevelopmental disorders. Pharmacology Biochemistry and Behavior, 173607.

Pereira, A. L. (2023). Contribuição da fisioterapia associada a musicoterapia no tratamento de crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA).

Pereira, M. C. (2005). Autismo. Uma perturbação pervasiva do desenvolvimento. Vila Nova de Gaia: Gailivro.

Pinheiro, M. M. G. (2022). Perspectiva do uso do Canabidiol como uma nova abordagem terapêutica do Transtorno Espectro Autista (TEA).

Pinto, R. N. M., Torquato, I. M. B., Collet, N., Reichert, A. P. D. S., Souza, V. L. D., & Saraiva, A. M. (2016). Autismo infantil: impacto do diagnóstico e repercussões nas relações familiares. Revista Gaúcha de Enfermagem, 37(3), e61572.

Ponton, Juliana Andrea et al (2020). A pediatric patient with autism spectrum disorder and epilepsy using cannabinoid extracts as complementary therapy: a case report. **Journal of Medical Case Reports**, 14(1), 162.

Reddihough, D. S., Marraffa, C., Mouti, A., O'Sullivan, M., Lee, K. J., Orsini, F., ... & Kohn, M. (2019). Effect of fluoxetine on obsessive-compulsive behaviors in children and adolescents with autism spectrum disorders: a randomized clinical trial. Jama, 322(16), 1561-1569.

REIS, H. I. D. S., Pereira, A. P. D. S., & ALMEIDA, L. D. S. (2016). Características e especificidades da comunicação social na perturbação do espectro do autismo. Revista Brasileira de Educação Especial, 22, 325-336.

Ribeiro, F. T. (2018). Investigação da participação do sistema endocanabinoide no prejuízo do comportamento social em ratos expostos a status epilepticus neonatal.

Ribeiro, L. A., Cardoso, B. P., de Medeiros Oliveira, L. M., da Silva Fontes, A. L. O., do Nascimento, N. S., & de Siqueira, E. C. (2023). Abordagem geral do

Transtorno do Espectro Autista. Revista Eletrônica Acervo Médico, 23(4), e12807-e12807.

Schwartzman, J. (2011). Terapias alternativas e controversas. Transtornos do Espectro do Autismo, 255-262.

Semensato, M. R., & Bosa, C. A. (2013). Relatos de pais de crianças com autismo sobre a rede de apoio formal: aspectos da elaboração parental do diagnóstico. Revista Educação Especial, 26(47), 651-663.

Silva, E. A. J. et al (2022). Cannabis and cannabinoid use in autism spectrum disorder: a systematic review. **Trends in Psychiatry and Psychotherapy**, 44, e20200149.

Solymosi, K., & Köfalvi, A. (2017). Cannabis: a treasure trove or pandora's box?. Mini reviews in medicinal chemistry, 17(13), 1223-1291.

Steyer, S., Lamoglia, A., & Bosa, C. A. (2018). A Importância da Avaliação de Programas de Capacitação para Identifi cação dos Sinais Precoces do Transtorno do Espectro Autista–TEA. Trends in Psychology, 26, 1395-1410.

Velasques, B. B., & Ribeiro, P. (2014). Neurociências e aprendizagem: processos básicos e transtornos. Editora Rubio.