

**JOURNAL OF INTERDISCIPLINARY
DEBATES**

ISSN: 2675-469X

Vol. 03 - n 02 - ano 2022



Periodicojs
EDITORA ACADÊMICA





**JOURNAL OF INTERDISCIPLINARY
DEBATES**

ISSN: 2675-469X
Vol. 03 - n 02 - ano 2022

Filipe Lins dos Santos
Presidente e Editor Sênior da Periodicojs

CNPJ: 39.865.437/0001-23

Rua Josias Lopes Braga, n. 437, Bancários, João Pessoa - PB - Brasil
website: www.periodicojs.com.br
instagram: [@periodicojs](https://www.instagram.com/periodicojs)



Periodicojs
EDITORA ACADÊMICA

Editorial



The mission of Journal of Interdisciplinary Debates (JID) is intended to inform the academic community and society through relevant research that transmit the interdisciplinarity of training. The objective of the JID is to stimulate interdisciplinary scientific debate and production in order to inform society and produce new knowledge. The target audience of our journal is postdoctoral, doctors, masters and graduate students. Thus, the authors must have some degree mentioned or attend a postgraduate course. In addition, the JID will accept co-authored participation.

The receipt of the works will occur primarily with the opening of Call for Paper, in which the works will be distributed in 3 (three) annual publications between the months of April, July and September. Our evaluation policy is designed to follow the criteria of novelty, reasoned discussion and covered with revealing theoretical and practical value. The journal will give preference to receiving articles with empirical research, not rejecting the other methodological approaches. All works must deal with interdisciplinary analyzes that involve themes of varied approach and that generate an academic and social reflection. In this way, the articles will be analyzed through merit (in which it will be discussed whether the work fits the proposals of the JID) and formatting

(which corresponds to an assessment of English or Spanish).

The analysis time for each work will be around one month after the deposit on our website due to the opening of the publication notice. The process of evaluating the article in the journal takes place initially when submitting articles without mentioning the author (s) and / or co-author (s) at any time during the electronic submission phase. The mention of the data is made only to the system that hides the name (s) of the author (s) or co-author (s) from the evaluators, in order to make the evaluation impartial. The choice of the evaluator is made by the editor according to the area of training in the undergraduate and graduate courses of the evaluator teacher with the theme to be addressed by the author (s) and / or co-author (s) of the evaluated article. After the evaluation, without mentioning the name (s) of the author (s) and / or co-author (s), a letter of acceptance, acceptance with alteration or rejection of the article is sent by the evaluator. sent depending on the opinion of the evaluator.

The next step is the elaboration of the letter by the editor with the respective opinion of the evaluator (a) for the author (s) and / or co-author (s). Finally, if the paper is accepted or accepted with suggestions for modifications, the author (s) and / or co-author (s) are informed of the respective deadlines and addition of their data (s) as well as academic qualification . This magazine offers immediate free access to its content, following the principle that making scientific knowledge freely available to the public provides greater worldwide democratization of knowledge. Indexing System, Databases and Directories The system automatically generates some indexing or metadata (such as journal ti-

tle, date, URL, etc.). Metadata, or data about data, is a set of terms that describe the document or data in the Edition, thus having the use of comparing indexing terms for the same purpose. In addition, in order to generate greater credibility for the authors' works, the registration of each article is generated by generating a DOI (Digital Object Identifier) for the purpose of authenticating the administrative base of digital content, assisting in the location and access of materials on the web and facilitate document authentication.

Summary

ENVIRONMENTAL AND LEISURE ASPECTS OF THE MUNICIPAL LAKE OF ESPÍRITO SANTO DO PINHAL-SP AND THE FAVORING OF THE QUALITY OF LIFE OF THE POPULATION

9

MARKETING OF NITROGENATED FERTILIZERS IN MATO GROSSO

31

DESCARTES AND THE BEAUTY IN MATHEMATICS

68

THERMODYNAMIC ASPECTS OF GASES IDEALITY

87

THE PEDAGOGICAL PRACTICE OF THE PROGRESSIVIST RENEWED LIBERAL TREND IN THE TEACHING OF THERMAL PHYSICS

118



JOURNAL OF INTERDISCIPLINARY
DEBATES

THE USE OF THE GENETIC PANEL TO DIAGNOSE AMYOTROPHIC LATERAL SCLEROSIS (ALS)

143

BIOLOGICAL AND PSYCHIC AGING: NARRATIVE LITERATURE REVIEW

167

PREDISPOSING FACTORS FOR PHYSICAL INACTIVITY IN THE COVID-19 PANDEMIC CONTEXT

182

ANALYSIS OF PERMANENT PRESERVATION AREA ON THE BANKS OF THE SALGADO RIVER IN THE URBAN ZONE OF THE MUNICIPALITY OF AURORA, STATE OF CEARÁ, BRAZIL

198

6

PHYTOCHEMICAL AND ANTIMICROBIAL EVALUATION OF SUBSTANCES IN THE BIGNONIACEAE FAMILY

219

IMPORTANCE OF PHYSICOCHEMICAL EVALUATION AND



MICROBIOLOGICAL ANALYSIS IN ARTESIAN WELLS

237

CONVERGING AND DIVERGENT LINKS ABOUT THE
INTELLIGENCE AND COGNITION OF OCTOPUSES AND
HUMANS

259

REMOTE TEACHING AND INFLUENCES ON NATURE
SCIENCE TEACHING

271



ASPECTOS AMBIENTAIS E DE LAZER DO LAGO MUNICIPAL DE ESPÍRITO SANTO DO PINHAL-SP E O FAVORECIMENTO DA QUALIDADE DE VIDA DA POPULAÇÃO

ENVIRONMENTAL AND LEISURE ASPECTS OF THE MUNICIPAL LAKE OF ESPÍRITO SANTO DO PINHAL-SP AND THE FAVORING OF THE QUALITY OF LIFE OF THE POPULATION

Anderson Martelli¹

Resumo: Nos dias atuais o planejamento urbano dos municípios brasileiros tem buscado práticas inovadoras e reflexões relacionadas as áreas verdes localizadas nos centros urbanos, sendo um indicador da qualidade ambiental nas cidades devido às inúmeras funções ecológicas, estéticas e de lazer que ela pode exercer. Assim, o objetivo desse trabalho foi realizar um levantamento dos aspectos ambientais e de lazer de uma área verde localizada no município de Espírito Santo do Pinhal-SP denominada Lago Municipal utilizada pela população. Para a realização desse trabalho, a área foi percorrida, sendo retratado as características da vegetação encontrada neste local e suas funções, o reservatório de água, as construções e a utilização do local pelos munícipes quanto a prática de exercícios físicos. Os resultados demonstra-

¹ Mestre Ciências Biomédicas; Biólogo e diretor da Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente, Itapira-SP



ram que o Lago Municipal está localizado em uma área privilegiada do município, com um número considerado de espécies arbóreas do bioma Mata Atlântica dentre elas, a araucária, árvore símbolo desse município. O espaço apresenta um reservatório de água com espelho d'água de aproximadamente 28.580m², assim, a vegetação arbórea e esse lago favorecem um microclima local e o espaço conta com pista de caminhada e ciclovia, sendo o local utilizado para a prática esportiva, lazer junto às crianças e integração social fatores que estimulam uma qualidade de vida nos centros urbanos.

Palavras-chave: Lago Municipal; Área verde; Qualidade de vida; Espírito Santo do Pinhal-SP

Abstract: Nowadays, urban planning in Brazilian munic-

palities has sought innovative practices and reflections related to green areas located in urban centers, being an indicator of environmental quality in cities due to the numerous ecological, aesthetic and leisure functions that it can perform. Thus, the objective of this work was to carry out a survey of the environmental and leisure aspects of a green area located in the municipality of Espírito Santo do Pinhal-SP called Municipal Lake used by the population. To carry out this work, the area was covered, portraying the characteristics of the vegetation found in this place and its functions, the water reservoir, the buildings and the use of the place by the citizens regarding the practice of physical exercises. The results showed that the Municipal Lake is located in a privileged area of the municipality, with a considerable number of



tree species from the Atlantic Forest biome, among them the araucaria, a symbol tree of this municipality. The space has a water reservoir with a water surface of approximately 28,580m², thus, the arboreal vegetation and this lake favor a local microclimate and the space has a walking track and cycle lane being the place used for sports, leisure together to children and social integration factors that stimulate a quality of life in urban centers.

Keywords: Municipal Lake; Green area; Quality of life; Espírito Santo do Pinhal-SP

INTRODUÇÃO

As ações antrópicas são responsáveis por muitas das mudanças pelas quais a sociedade contemporânea vem vivenciando (ESPINDOLA e RIBEIRO, 2020). À medida que o homem

umenta sua capacidade de intervir no meio ambiente extraíndo e modificando recursos naturais para suas necessidades, ocorrem inúmeros conflitos quanto ao uso e modificação desses (MARTELLI et al., 2018). O aumento da população humana vivendo nos centros urbanos favorecido pelo êxodo rural, novas indústrias, falta de um planejamento urbano adequado vem alterando de forma significativa os fatores ambientais dentre eles, mudanças nas características climáticas do meio, afetando a qualidade de vida de seus habitantes (SHAMS et al., 2009; MARTELLI et al., 2013; LABAKI et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2013).

Nos dias atuais, a presença de áreas verdes revegetadas dentro dos centros urbanos vem adquirindo extrema importância, pois rompe a artificialidade do meio, além de possuir



um papel primordial na melhoria da qualidade desses ambientes (MARTELLI, 2019). Algumas cidades brasileiras como Curitiba-PR e Goiânia-GO expandiram sua área urbana, mas ao mesmo tempo criaram áreas como parques, praças e jardins, canteiros centrais das avenidas destinados à vegetação. Muitos afirmam que a criação desses espaços não estava centrada na preocupação com a qualidade de vida dos habitantes, mas sim com a estética, o embelezamento ou apenas no intuito de criar áreas de lazer. O fato é que a vegetação presente nesses espaços contribui para o seu uso e favorece condições de conforto térmico aos habitantes (OLIVEIRA e ALVES, 2013).

De acordo com Amato-Lourenço et al. (2016), a infraestrutura das áreas verdes nas cidades pode ser composta por parques, florestas, praças, hortas

comunitárias, arborização urbana e tetos verdes. Gangloff (1996) ressalta a importância das árvores e áreas verdes urbanas para a qualidade de vida nas cidades. Segundo este autor, estas áreas valorizam o ambiente e a estética, além de promoverem um excelente meio para as atividades da comunidade, criando importantes espaços e oportunidades de recreação e educação. Estas áreas também atraem investimentos, turismo e geram empregos, além de representarem uma fonte sustentável de matéria prima. Oliveira Filho et al. (2013) complementam que nesses espaços as áreas verdes influenciam na qualidade de vida ao suscitar benefícios que muitas vezes são derivados essencialmente por sua existência, propiciando sombra, conforto térmico, redução da poluição e de ruídos, ameniza o estresse, melhora a estética da ci-



dade, entre outros.

Os órgãos públicos sejam eles municipais, estaduais e federais muitas vezes não realizam adequadamente o planejamento ambiental para promover o equilíbrio entre o adensamento urbano e os elementos naturais (BUCCHERI FILHO; NUCCI, 2006). Porém, vale salientar que no Brasil, a gestão das áreas ou dos espaços verdes urbanos ficou a cargo dos municípios, uma vez que a Constituição Federal determinou que os temas de interesse local são competência exclusiva dos municípios. É possível observar também a legislação de Parcelamento do Solo Urbano a qual deu competência aos municípios para definir os usos permitidos e os índices urbanísticos de parcelamento e ocupação do solo podendo ser definido pelo plano diretor ou por legislação municipal quanto será destinado aos

espaços verdes para preservação, espaços para lazer e uso público. Segundo Jackson (2003), a destruição do verde existente para a urbanização acaba degradando a qualidade ambiental, a qualidade de vida e resulta em condições de saúde humana críticas.

Para tornar os espaços verdes urbanos instrumentos que possam melhorar a qualidade de vida no seu entorno é preciso tratá-los como equipamento urbano. Isso porque os espaços verdes também têm uma função social relacionada à atividade de lazer, recreação, sociabilização e promoção de atividades culturais e educacionais (BARGOS; MATIAS, 2011).

Por todos esses fatores, o objetivo desse trabalho foi realizar um levantamento dos aspectos ambientais e de lazer de uma área verde localizada no município de Espírito Santo do Pinhal-



-SP denominada Lago Municipal Iria da Motta e Silva utilizada pela população de modo a subsidiar uma discussão visando a preservação dessas áreas em meio urbano com o favorecimento do microclima local, conforto térmico e qualidade de vida da população residente nesses centros.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização do Município de Espírito Santo do Pinhal

O Município de Espírito Santo do Pinhal integra a Região Administrativa de Campinas. Está a uma altitude de 870 metros e sua população, conforme estimativas do IBGE de 2020 era de 44.607 habitantes, resultando em uma densidade demográfica de 114,3 hab/km². Possui uma área de 389.235 km², com um esgotamento sanitário de 92,80%,

arborização de vias públicas com uma estimativa de 57,6% (IBGE, 2020). Segundo a classificação de Köppen, o clima de Espírito Santo do Pinhal se enquadra no tipo Cwa, isto é mesotérmico (subtropical e temperado), com verões quentes e chuvosos, com a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C.

Segundo o Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI), o município é caracterizado por apresentar temperatura média anual de 20°C, oscilando entre mínima média de 13,7°C e máxima média de 26,2°C. A precipitação média anual é de 1541mm (PMISB, 2014). As chuvas costumam ser bem distribuídas durante o ano, com uma pequena redução no inverno. De acordo com dados do Inventário Florestal de 2020 publicado pelo Sistema Datageo



(2021) o domínio da composição da flora regional é do bioma Mata Atlântica e transição com Cerrado, sendo composto em grande parte por Floresta Estacional Semidecidual.

área urbana do município de Espírito Santo do Pinhal-SP, num bairro denominado Parque do Lago Figura 1.

Caracterização da área de estudo

A área de estudo denominado Lago Municipal Iria da Motta e Silva está localizada na



Figura 1. Lago municipal Iria da Motta e Silva localizado no Parque do Lago em meio a área urbanizada. Área onde foi realizado os levantamentos dos aspectos ambientais e de lazer – polígono branco



Para a análise ambiental e de lazer desse local, a área foi percorrida através de uma caminhada sendo retratado as características da vegetação encontrada neste local e suas funções, o reservatório de água, as construções existentes e a utilização do local pelos munícipes quanto a prática de exercícios físicos e lazer. Os dados coletados foram anotados em planilha específica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação a área verde abrangida por este estudo, os resultados obtidos foram significativos no que diz respeito às questões ambientais. Nesse local foi verificado muitas espécies arbóreas nativas com formação de fragmentos florestais e mais próximo do portão principal de entrada, árvores mais esparsas

Figura 2, sendo observado uma variedade baixa de espécies exóticas próximas da academia ao ar livre. Nesta pesquisa foi possível avaliar a proporção de área livre e permeável para o crescimento dessas árvores. Martelli e Cardoso (2018) descrevem em sua pesquisa o “espaço arvore” uma área livre sem pavimento que permite a infiltração da água e nutrientes para o bom desenvolvimento da planta. Muitos problemas da arborização são causados pela ausência de uma área livre para o bom desenvolvimento dessas plantas e de suas raízes. Na área do lago municipal, as árvores estavam localizadas em área livre e suficientes para o bom desenvolvimento das mesmas caracterizando um bom aspecto fitossanitário dessa vegetação.

Quando correlacionado cobertura vegetal com espécies arbóreas e infiltração de água



no solo, um estudo realizado por Mancuso et al. (2014) verificaram a importância de preservar e incentivar o aumento das áreas permeáveis na zona urbana e realizando análises da velocidade de infiltração, seus resultados demonstraram que um solo com a presença de árvores a velocidade

de infiltração foi maior em relação a locais desprovidos de vegetação, assim, diante da vegetação existente nesse local foi possível prever uma significativa infiltração de água no solo e abastecimento dos lençóis freáticos durante as precipitações.



Figura 2. Vegetação do Lago Municipal. Em A, árvores nativas formando fragmentos mais densos; B, vegetação arbórea esparsa

Dentre as inúmeras espécies de árvores nativas observadas neste local, a Araucária esteve em evidência Figura 3. Uma pesquisa realizada por Martelli (2022) verificou que essa espécie está espalhada por praças da

região central e por demais áreas verdes desse município. Essa árvore chamada comumente de pinheiro-brasileiro, pinheiro-do-paraná ou simplesmente Araucária se tornou em 2018 através da Lei Estadual nº 16.916/2018

em árvore símbolo desse município, garantindo sua preservação para todos os fins, sendo esta, uma forma de prestar a devida

homenagem e reconhecimento à árvore que deu o nome ao município.



Figura 3. Imagens de alguns exemplares de Araucárias durante os trabalhos de campo.

A Araucária surgiu há milhões de anos e passou por grandes mudanças climáticas até os tempos atuais (ZANETTE et al., 2017) sendo uma espécie arbórea de grande porte, nativa do Brasil, e seu habitat natural consiste em locais de clima frio com ocorrência de geadas, altitudes elevadas e precipitação bem distribuída ao longo do ano (FRITZONS et al., 2018), fatores que favorecem a ocorrência dessa

espécie no município de Espírito Santo do Pinhal, o qual apresenta um clima tropical de altitude com temperaturas oscilando entre mínima média de 13,7°C e máxima média de 26,2°C e está localizado a uma altitude de 870mm.

Além da vegetação exuberante, foi verificado nesse espaço um grande reservatório de água formando o chamado Lago Municipal, sendo abastecido por um córrego que abastece outros



lagos a montante complementando a paisagem local Figura 4A e B. O espelho d'água desse lago apresenta aproximadamente 28.580m². Lagos em área urbana apresenta inúmeros benefícios dentre eles, servem de habitat para inúmeras espécies aquáticas e aves. Durante a pesquisa de campo, foi observado pescadores

neste lago, uma vez que a pesca é liberada neste local e quando questionados sobre as espécies de peixes existentes, os mesmos relatam que acabam pescando tilápia - *Oreochromis niloticus*, traíra - *Hoplias malabaricus*, corimbatá - *Prochilodus lineatus* e cascudo - *Hypostomus affinis*.



Figura 4. Em A córrego que realiza o abastecimento desse lago municipal; B, imagem desse lago habitat de muitas espécies aquáticas e aves em geral

Lagos urbanos como o observado na Figura 4B, além de favorecer toda a biodiversidade local, ajuda nas demandas climática. Lagos com um espelho de água em grandes proporções,

ajuda a reter o excesso de água durante as fortes precipitações evitando cheias a jusante deste, ajuda a abastecer os lençóis freáticos que fazem as manutenções dos córregos nos períodos de se-



cas e no inverno época seca, esses lagos apresentam um papel importante nesse período, pois a água que evapora mantém uma maior umidade do ar proporcionando qualidade de vida para esse meio urbano. Segundo Costa et al. (2021), a impermeabilização do solo dos centros urbanos e a consequente dificuldade de infiltração da água das chuvas, aumenta os riscos de alagamentos, o que pode ser minimizado pela presença de lagos, que em alguns locais fazem parte do sistema de contenção de cheias.

Percorrendo esse local, foi observado que muitas pessoas frequentam essa área, inclusive escolas. Na pesquisa, chamou atenção um tronco de árvore em paralelo a pista de caminhada onde foi possível observar muitas frases de auto ajuda e de preservação ambiental escrita nessa estrutura Figura 5A possivelmente

feitas por alunos frequentadores desse local. Rorato et al. (2014) descrevem que através das atividades de educação ambiental a campo com ações práticas como uma ferramenta para conscientização de crianças, é possível obter um acréscimo no conhecimento adquirido pelos alunos em relação à temática ambiental, contribuindo na formação de cidadãos conscientes, responsáveis e participativos na busca de soluções para resolver ou minimizar os problemas ambientais de sua localidade.

Além dessa estrutura e de toda vegetação arbórea encontrada, foi possível observar nessa área canteiros com flores chamando a atenção dos visitantes e favorecendo a ocorrência de insetos e polinizadores de forma geral Figura 5B.





Figura 5. Em A, tronco de árvore em paralelo a pista de caminhada onde essa estrutura foi utilizada como mural para frases de auto ajuda e de preservação ambiental; B, canteiro com flores propiciando sensação de bem estar junto a natureza

Quanto mais atraente for o seu paisagismo, com árvores frondosas, flores e corpos d'água, maior o número de visitantes. Ao visitar esses locais, a pessoa percebe sinais que vão estimulá-la a fortalecer as ações de preservação ambiental, sensação de descanso e relaxamento e convívio com a natureza (FERREIRA et al., 2021).

Se tratando de recreação e lazer, além de toda a área verde que o visitante pode desfrutar desse espaço com seus familiares, o local dispõe de um

playground, uma ciclovia de concreto denominada Lázara Aparecida Cassino de Oliveira, com demarcação de distância onde uma volta completa corresponde a 830m e uma pista para os visitantes fazerem caminhadas e corridas Figura 6A. Foi possível observar também uma academia ao ar livre com inúmeros equipamentos para a prática de exercícios físicos Figura 6B.

Não são todas as pessoas que podem pagar uma academia particular, existindo uma alta prevalência de inatividade física

em uma para cada cinco pessoas no Brasil e no mundo, sendo predominante em países urbanizados, estando mais vulneráveis os idosos e mulheres (POLISSENI e RIBEIRO, 2014). Neste sentido, deleitar-se dos espaços públicos para a realização de atividades físicas favorece maior qualidade de vida e em paralelo, a prevenção de diversas patologias, maior socialização entre as pessoas e sensibilidade às questões ambientais (PIERONE et al., 2016). O contato com a natureza nesse lago municipal tem favorecido a

prática de atividades físicas pelos munícipes de Espírito Santo do Pinhal. A motivação das pessoas para frequentarem os parques públicos e as academias ao ar livre como fonte de lazer e de realização de atividades físicas está diretamente ligada à sensação de bem estar proporcionada pela vegetação arbórea existentes nesses locais, reduzindo o esgotamento e cansaço mental ocasionado pela rotina das cidades e melhora do sedentarismo da população de forma geral (SZEREMETA e ZANNIN, 2013).



Figura 6. Em A, ciclofaixa de concreto totalizando 830m e ao lado pista de caminhada para os pedestres; B, playground com academia ao ar livre para a prática de atividades físicas

Complementando as observações, foi verificado um local chamado de Praça do Idoso com estruturas de madeira tratada onde esse público pode exercitar favorecendo a melhora do equilíbrio, fortalecimento da musculatura e facilitação do deslocamento evitando dessa forma quedas muito frequente nessa idade e beneficiando o convívio social Figura 7A. Diante da alta demanda de visitação, foi observado também uma preocupação por parte dos gestores sendo construídos duas estruturas onde estão localizados os banheiros, sendo um deles próximo da academia ao ar livre Figura 7B e o outro próximo do porto principal Figura 7C.

De acordo com Lamas (2004), as praças e áreas verdes são lugares de encontro, de permanência, dos acontecimentos, de práticas sociais, de manifesta-

ções da vida urbana e comunitária e, conseqüentemente, de funções estruturantes e arquiteturas significativas. São também locais onde as pessoas se reúnem para fins comerciais, políticos, sociais ou religiosos, ou ainda, onde se desenvolvem atividades de entretenimento, são, por isso, espaços livres do bem coletivo. Na respectiva área foi observado um grande número de pessoas aos finais de semana principalmente.





Figura 7. Em A, Praça do Idoso com estruturas de madeira tratada; B, banheiros próximos da academia ao ar livre e C, banheiros próximos ao portão principal de entrada

A qualidade de vida está relacionada ao desenvolvimento equilibrado e sustentável do ambiente (GUIMARÃES; INFORSATO, 2011), da conservação do potencial produtivo dos ecossistemas, da sustentabilidade ecológica do habitat e da valorização e preservação dos recursos naturais (ROSSATTO et al., 2008), fatores associados ao grau de contentamento na vida familiar, amorosa, social e ambiental.

Assim, o lago municipal é uma importante referência

ambiental e de lazer desse município, beneficiando o potencial turístico da cidade, sendo demonstrado que o processo de urbanização não vem interferindo nesse espaço o que vem acarretando uma série de impactos positivos na qualidade de vida da população residente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nessa pesquisa ficou constatado um considerável planejamento e gestão ambiental,



manejo, monitoramento e manutenção do Lago Municipal Iria da Motta e Silva, onde os trabalhos de preservação ambiental estão sendo realizados de forma adequada favorecendo o lazer e o convívio social de seus frequentadores.

Como retratado ao longo da pesquisa, as áreas verdes juntamente com os parques urbanos são elementos fundamentais que formam o ambiente urbano, propiciando um ecossistema ecologicamente equilibrado e uma melhor qualidade vida para população quando esses locais são preservados podendo esse espaço ser mais utilizado em ações de educação ambiental junto à sociedade civil retratando a importância da vegetação existente, o lago como habitat de organismos aquáticos, aves e outros animais que dependem dessa água e servindo como área de amor-

tecimento durante as altas precipitações, absorção de ruídos pela vegetação, redução da poluição, amenização do estresse, conforto térmico, dentre outros fatores ambientais que esse ambiente fornece à população atenuando internações hospitalares e gastos concernentes à saúde.

O espaço vem favorecendo também o convívio social através de encontros pessoais e familiares, recreação e entretenimento reduzindo possíveis sentimento de angústia e depressão. Foi possível observar também uma consciência ambiental por parte do poder público municipal quanto ao respectivo espaço, sendo verificado uma boa manutenção da área o que tem favorecido a visitaçao de moradores locais e de outras regiões.

REFERÊNCIAS



- AMATO-LOURENÇO, L. F.; MOREIRA, T. C. L.; ARANTES, B. L. de.; SILVA FILHO, D. F. da.; MAUAD, T. Metrôpoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde. *Estudos Avançados*, v. 30, n. 86, p. 113-130, 2016.
- BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 6, n. 3, p. 172–188, 2011.
- BUCCHERI FILHO, A. T.; NUCCI, J. C. Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no bairro alto da XV, Curitiba/PR. *Revista do Departamento de Geografia, São Paulo*, v. 1, n. 18, p. 48-59, jan./dez. 2006.
- COSTA, K. A. et al. Influência das atividades antrópicas sobre a qualidade da água em lagos urbanos: um estudo de caso. *Brazilian Journal of Development, Curitiba*, v.7, n.2, p. 19889-19907feb. 2021.
- ESPÍNDOLA, I. B.; RIBEIRO, W. C. Cidades e mudanças climáticas: desafios para os planos diretores municipais brasileiros. *Cad. Metrop., São Paulo*, v. 22, n. 48, pp. 365-395, maio/ago 2020.
- FERREIRA, M. L.; ZABOTTO, A.; PERIOTTO, F. Verde Urbano. Unasp, Editora Universitária Adventista, 1ª Edição, 2021.
- FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGGE, M. S. Fatores climáticos limitantes da distribuição da Araucária no estado do Paraná e as implicações para sua restauração. *Revista Ra'e Ga*, v. 44, p. 258–271, 2018.
- GANGLOFF, D. Urban forestry



- in the USA. In: Second National Conference on Urban Forestry. USA, K D. Collins, p. 27-29, 1996.
- GUIMARÃES, S. S. M.; INFORSATO, E. C. A universidade e as questões ambientais: a formação de professores em destaque. *Bioikos*, Campinas, v. 25, n. 1, p. 53-63, jan./jun. 2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE Cidades: Censo 2020 Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/espírito-santo-do-pinhal/panorama>> Acesso em 09 de abril, 2022.
- JACKSON, L. E. The relationship of urban design to human health and condition. *Landscape and Urban Planning*, Amsterdam, v. 64, n. 1, p. 191-200, ago. 2003.
- LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; ABREU, L. V. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. *Fórum Patrimônio*, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 23-42, 2011.
- LAMAS, J. M.; RESSANO, G. *Morfologia Urbana e Desenho da Cidade*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.
- MANCUSO, M. A.; FLORES B. A.; ROSA G. M.; SCHROEDER, J. K.; PRETTO, P. R. P. Características da taxa de infiltração e densidade do solo em distintos tipos de cobertura de solo em zona urbana. *REMOA*, v. 14, n. 1, 2014.
- MARTELLI, A. Educação ambiental como forma de preservação de uma nascente modelo do município de Itapira–SP. *InterEspaço*, v. 5, n. 16. p. 01-14 jan./abr.



2019.

MARTELLI, A. Forest fragment in the municipal spring of Itapira-SP favors carbon neutralization mitigating the greenhouse effect. *Journal of Interdisciplinary Debates*, [S. l.], v. 3, n. 01, 2022.

MARTELLI, A.; CARDOSO, M. M. Favorecimento da arborização urbana com a implantação do Projeto Espaço Árvore nos passeios públicos do município de Itapira-SP. *InterEspaço Grajaú/MA*. v. 4, n. 13 p. 184-197 jan./abr. 2018.

MARTELLI, A.; MARTELLI, F. P.; OLIVEIRA, J. A. Educação Ambiental em Comemoração ao Dia Mundial da Água no Município de Itapira – SP. *Revista de Educomunicação Ambiental*. v. 3, n. 2, Julho/Dezembro, 2013.

MARTELLI, A.; OLIVEIRA, L. R.; TRENTIN, A. P. D.; TRENTIN, M.; ZAVARIZE, S. F. Ação de educação ambiental no reflorestamento de uma nascente e utilizada como medida mitigadora dos gases causadores do efeito estufa. *REVISTA Faculdades do Saber*, v. 3, n. 5, p:355-64, 2018.

OLIVEIRA FILHO, P. C. et al. A importância das áreas verdes em uma cidade de Pequeno porte: estudo de caso na cidade de Irati-PR. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 89-99, jan./abr. 2013.

OLIVEIRA, A. S.; SANCHES, L.; DE MUSIS, C. R.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Benefícios da arborização em praças urbanas - o caso de Cuiabá/MT. v. 9, n. 9, p. 1900-15, fev, 2013.



- OLIVEIRA, M. M.; ALVES, W. S. A influência da vegetação no clima urbano de cidades pequenas: um estudo sobre as praças públicas de Iporá-GO. *Revista Territorial - Goiás*, v. 2, n. 2, p. 61-77, jul./dez. 2013.
- PIERONE, J. M.; VIZZOTTO, M. M.; HELENO, M. G. V.; FARHAT, C. A. V.; SERAFIM, A. P. Qualidade de vida de usuários de parques públicos. *Bol. Psicol. São Paulo*. v. 66, n. 144; p: 99-112, 2016.
- PMISB - Proposta de plano municipal integrado de saneamento básico município: Espírito Santo do Pinhal. Consórcio Engecorps Maubertec, Setembro, 2014.
- POLISSENI, M. L. C.; RIBEIRO, L. C. Exercício físico como fator de proteção para a saúde em servidores públicos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 20, n. 5; p: 340-344, 2014.
- RORATO, G. G., CANTO-DORROW, T. S., RORATO, D. G., ROSITO, J. M. Educação Ambiental e o despertar para a cidadania. *Reget.* v. 18, n. 2, p. 745-752, 2014.
- ROSSATTO, D. R.; TSUBOY, M. S. F.; FREI, F. Arborização urbana na cidade de Assis-SP: uma abordagem quantitativa. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 1-16, set. 2008.
- SHAMS, J. C. A.; GIACOMELI, D. C.; SUCOMINE, N. M. Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos. *REV. SBAU*, Piracicaba –



SP, v. 4, n. 4, p. 1-16, 2009.

SISTEMA DATAGEO. Inven-
tário Florestal do Estado de São
Paulo 2020. Disponível em: <ht-
tps://datageo.ambiente.sp.gov.br/
app/?ctx=DATAGEO#> Acesso
em: mar. 2022.

SZEREMETA, B.; ZANNIN,
P. H. T. A importância dos par-
ques urbanos e áreas verdes na
promoção da qualidade de vida
em cidades. RA'E GA - O Espa-
ço Geográfico em Análise. v. 29;
p:177-193, 2013.

ZANETTE, F.; DANNER, M.
A.; CONSTANTINO, V.; WEN-
DLING, I. Particularidades e
biologia reprodutiva de Arauca-
ria angustifolia. In: I. Wendling;
F. Zanette (Eds.); Araucária: par-
ticularidades, propagação e ma-
nejo de plantios. p.13–40, 2017.
Brasília: EMBRAPA.



COMERCIALIZAÇÃO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS EM MATO GROSSO

MARKETING OF NITROGENATED FERTILIZERS IN MATO GROSSO

Érika Caroline Ferreira Vidal¹

Giulianna Zilocchi Miguel²

Carlos Luiz Vieira³

Gabriel Vinícius Batista da Silva⁴

Emerson de Oliveira Figueiredo⁵

Resumo: Os fertilizantes nitrogenados são gerados a partir da fabricação da amônia anidra (NH₃), que envolve a reação de hidrogênio com o nitrogênio atmosférico, e são empregados em fontes energéticas como gás natural, nafta e resíduo asfáltico. Entre essas fontes de hidrogênio, o gás natural é o mais utilizado e o mais indicado, gerando uma maior concentração das unidades produtoras de fertilizantes nitrogenados perto de refinarias

1 Engenheira agrônoma pela Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Cáceres/MT

2 Professora Doutora da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Cáceres/MT

3 Mestrando em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Tangará da Serra/MT

4 Graduando em Agronomia pela Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Cáceres/MT

5 Professor Mestre da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Cáceres/MT



petroquímicas. No Brasil, os custos de produção dos fertilizantes são consideravelmente elevados em decorrência dos problemas logísticos, representados pela insuficiente infraestrutura portuária e pelos preços dos fretes que elevam o custo da matéria-prima importada, consequentemente refletindo no preço final dos fertilizantes. Embora o país mostre elevadas taxas de crescimento da demanda de fertilizantes, a produção interna que provém as suas matérias primas básicas, não está suprimindo a sua própria demanda. Mais de 80% dos fertilizantes consumidos no país são oriundos de importações e a produção nacional responde por menos de 20% da demanda do país. O estado de Mato Grosso é o maior polo agrícola brasileiro com altas taxas de produtividade de grãos e fibras, e áreas disponíveis para crescimento. As pesquisas reali-

zadas foram de natureza descritiva, bibliográfica e estudo de caso. Desta forma, o estudo teve o intuito de analisar o comportamento e a variação dos preços de fertilizantes nitrogenados englobando de uma forma geral o cenário nacional e mundial com o estado de Mato Grosso nos últimos anos, e as dificuldades encontradas pelo estado e suas projeções futuras perante ao mercado de fertilizantes.

Palavras-chave: importação, polo agrícola, insumos.

Abstract: Nitrogen fertilizers are generated from the manufacture of anhydrous ammonia (NH₃), which involves the reaction of hydrogen with atmospheric nitrogen, and are used in energy sources such as natural gas, naphtha and asphalt waste. Among these hydrogen sources,



natural gas is the most used and the most suitable, generating a greater concentration of nitrogen fertilizer producing units near petrochemical refineries. In Brazil, fertilizer production costs are considerably high due to logistical problems, represented by insufficient port infrastructure and freight prices, which increase the cost of imported raw material, consequently reflecting on the final price of fertilizers. Although the country shows high growth rates in the demand for fertilizers, the domestic production that provides its basic raw materials is not meeting its own demand. More than 80% of the fertilizers consumed in the country come from imports and domestic production accounts for less than 20% of the country's demand. The state of Mato Grosso is the largest Brazilian agricultural hub with high rates of grain

and fiber productivity, and areas available for growth. The researches carried out were descriptive, bibliographical and case study. Thus, the study aimed to analyze the behavior and price variation of nitrogen fertilizers, encompassing in a general way the national and world scenario with the state of Mato Grosso in recent years, and the difficulties encountered by the state and its future projections before the fertilizer market.

Keywords: Importation, agricultural hub, inputs

INTRODUÇÃO

No decorrer das últimas décadas, o agronegócio brasileiro vem se destacando de uma forma abrupta, e o setor agrícola tem forte e relevante influência sobre esse crescimento através do avanço tecnológico e populacio-



nal. O Brasil se destaca pelo fato de o país possuir uma vasta área agricultável e pelas condições naturais que favorecem o cultivo dos grãos. Perante esse cenário do crescimento populacional, que só tende a se alavancar nos próximos anos, os produtores devem optar pela adoção de novas práticas e estratégias para suprir essa demanda para alimentar a população mundial (MACIEL; DE TUNES, 2021).

Deste modo, a utilização de fertilizantes nas lavouras tem por finalidade ajudar a gerar uma produção mais sustentável, garantindo segurança alimentar e conservação do meio ambiente, permitindo ao produtor uma maior produção em uma menor área. Os fertilizantes nitrogenados assumem um grande papel nessa produção, tendo em vista, que o nitrogênio é um nutriente essencial para o solo e para a cul-

tura. Ou seja, é um insumo agrícola de suma importância atualmente, pois com a alta produção, o solo não é capaz de se recuperar em um curto prazo de tempo e o insumo age no suprimento dos nutrientes essenciais que ficam em déficit, ajudando a potencializar a produção (MACIEL; DE TUNES, 2021).

Mesmo com toda influência do Brasil no panorama de commodities agrícolas, o país ainda é bastante dependente de importações de matérias-primas para fabricação de fertilizantes, em comparação aos outros países do mundo. O Brasil é o quarto maior consumidor mundial de nutrientes para a formulação de fertilizantes, ficando atrás apenas de China, Estados Unidos e Índia (ROSA, 2020; MORAIS; GEHM, 2021).

São vários os fatores responsáveis pela queda ou au-



mento de preço dos fertilizantes, como condições climáticas, preço do dólar, custo da matéria prima, período do ano safra, sanções comerciais e políticas econômicas, estoques de montantes de adubos ofertados por safra, preço das commodities agrícolas (como no caso do milho, se o preço do grão estiver baixo, o produtor reduz sua aquisição de adubos), entre outros fatores (THOMAZELLA, 2019).

O estado de Mato Grosso, nos últimos anos apresentou crescimento acelerado da agricultura, com considerável aumento do valor da produção, principalmente dos grupos de fibras e de grãos (FERREIRA; VEGRO, 2012). O Estado trata-se do maior polo agrícola brasileiro, com altas taxas de produtividade e áreas disponíveis para crescimento, tanto em pastagem quanto abertura de novas áreas (TAVARES;

HABERLI, 2018).

Este trabalho teve por objetivo analisar o comportamento dos preços voltados aos fertilizantes nitrogenados e as dificuldades do setor, relacionando de uma forma geral o cenário nacional com o estado de Mato Grosso nos últimos anos e suas projeções futuras de acordo com as análises.

METODOLOGIA

A pesquisa é de natureza descritiva, bibliográfica e estudo de caso. A pesquisa descritiva visa investigar, avaliar, armazenar, classificar e delinear as características, fatos ou informações de populações ou fatos específicos através de técnicas de coleta de dados, de forma que não haja a intervenção de pesquisadores (PROVDANOV; FREITAS, 2013).



Na pesquisa bibliográfica, foram utilizadas fontes secundárias, tais como referenciais teóricos já analisados e publicados em meios escritos e eletrônicos, através de sites oficiais, livros, artigos científicos, teses, dissertações, páginas de web sites, entre outros métodos (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Estudo de caso por se caracterizar uma pesquisa específica que consiste em um estudo em que se analisa profundamente o assunto abordado, a fim de identificar sua identidade própria (GIL, 2017).

DESENVOLVIMENTO

Panorama nacional no cenário mundial de fertilizantes.

Uma das importâncias do Brasil no cenário mundial, se dá pela posição de destaque que o país tem como grande produtor

de alimentos. O país, no decorrer dos anos vem aumentando significativamente sua produtividade, porém, até o momento, não obteve êxito sobre qualquer externalidade positiva em direção a produção interna dos agroquímicos, que é um dos responsáveis pelo atual sucesso do setor agrícola (VELASCO; CAPANEMA, 2006).

O Brasil é o 4º maior consumidor mundial de nutrientes para a formulação de fertilizantes ficando atrás apenas da China, Índia e Estados Unidos, responsável por 8% do consumo global de fertilizantes (MORAIS; GEHM, 2021; ROSA, 2020; SAE, 2021).

Conforme a Secretaria Espacial de Assuntos Estratégicos (2021), mais de 80% dos fertilizantes consumidos no país são oriundos de importações, ou seja, a produção nacional respon-



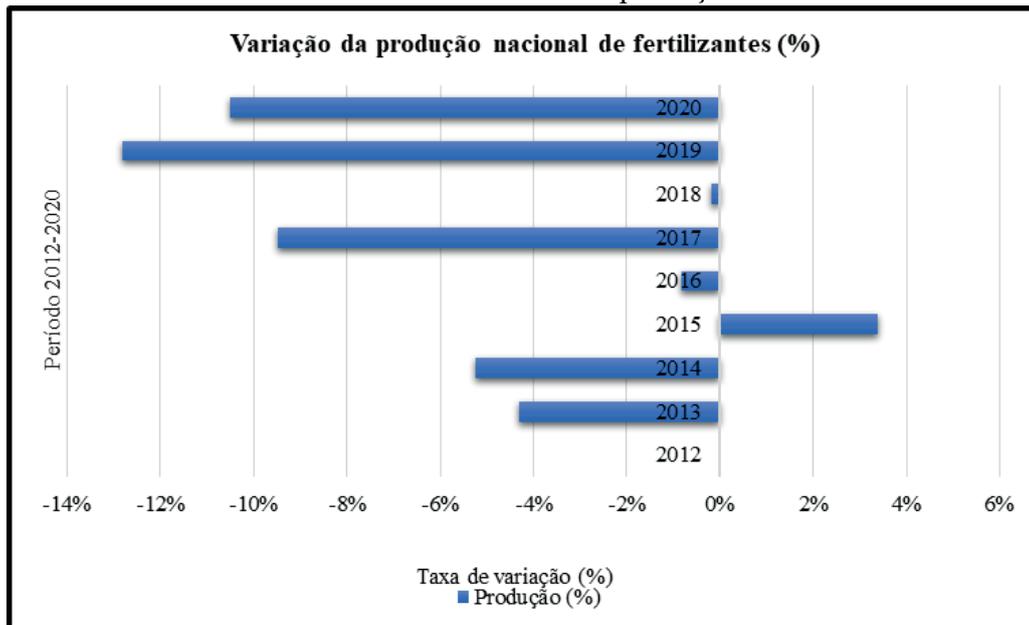
de por menos de 20% da demanda do país, onde comparando os anos de 1992 e 2020, observa-se que o país deixou de ser expor-

tador e passou a ser um grande importador de fertilizantes, de acordo com a secretaria.

Na Figura 1, são apre-

sentadas as variações dos dados

Figura 1 - Variação percentual da produção nacional de fertilizantes de 2012 a 2020. de produção de fertilizantes no



Fonte: Elaborado pelo autor, com base de dados da Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 2020).

Conforme a figura 1, em 2015 houve um salto na produção nacional de fertilizantes. Esse aumento de aproximadamente 3% na produção foi devido a diminuição no ingresso de produtos importados nos cinco primeiros meses do ano, o que favoreceu

para que a produção da indústria nacional de produtos intermediários crescesse em relação ao registrado no mesmo período do ano anterior (FERREIRA; VEGRO, 2015). Em 2016, voltou a reduzir o índice de produção e o mesmo cenário continua até atu-



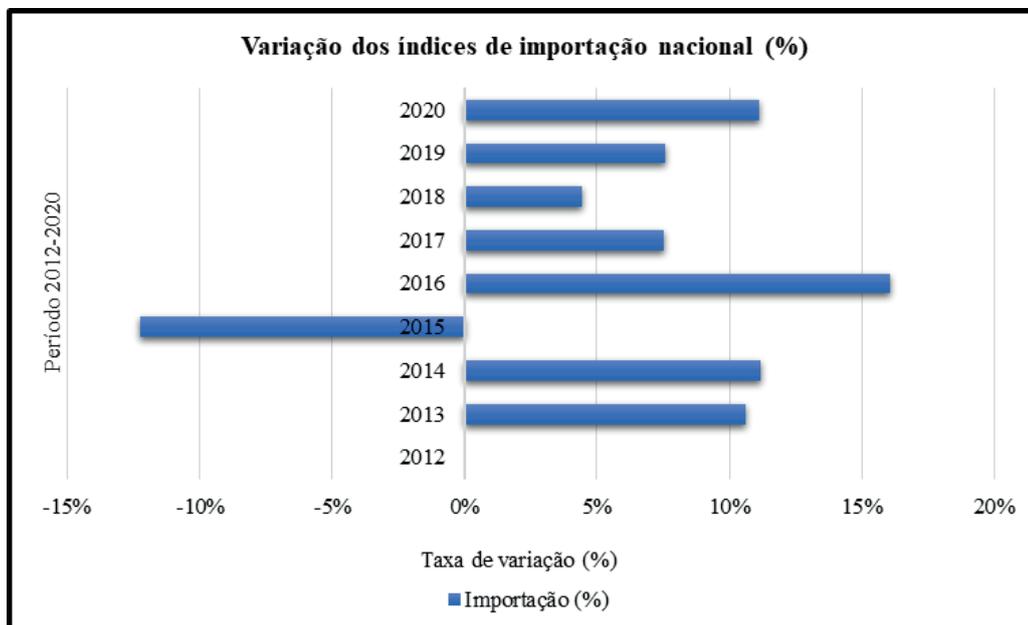
almente. De 2012 a 2020 houve uma redução de 34% na produção nacional de fertilizantes.

Embora o Brasil mostre elevadas taxas de crescimento por demanda de fertilizantes, a produção interna que provem as matérias-primas básicas não está crescendo no mesmo compasso de forma que sustente sua própria demanda. Ou seja, com essa baixa produção nacional, o mercado internacional fica responsável

pelo fornecimento das matérias-primas (SANTOS, 2021).

Ainda de acordo com Santos (2021), o volume de produção nacional é praticamente o mesmo há mais de uma década e não atendem às necessidades do país, tendo em vista que o país ainda precisa importar fertilizantes, resultando em uma grande dependência externa, conforme demonstrado na figura 2.

Figura 2 - Dados de importação de fertilizantes de 2012 a 2020.



Fonte: Elaborado pelo autor, com base de dados da Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 2020).



Em 2012, as importações chegaram em torno de 19,662 milhões de toneladas. Em 2013, já alcançavam 11% a mais que o ano anterior com cerca de 21,618 milhões de toneladas de produtos entregues ao Brasil. A demanda pela importação só cresce com o passar dos anos. Mas em 2015, houve uma redução de respectivamente -15% por conta de dificuldades de acesso a créditos, uma frágil economia e desvalorização do real frente ao dólar (FARIAS, 2016).

Para Ferreira e Vegro (2015), esse declínio em entregas e importações se deu pela redução das expectativas dos produtores para a safra 2015/2016, principalmente da soja; em função da valorização do dólar que acarretou acréscimo nos preços dos insumos pelo produtor e do deslocamento de preços de diversos fertilizantes importados atra-

vés da elevação da taxa de juros básico da economia; e pela queda dos preços recebidos pelos agricultores para certas safras, no caso do algodão.

De 2012 a 2020, houve um crescimento de 68% na demanda de importações, onde passou aproximadamente de 20 milhões de toneladas para 33 milhões de toneladas de produto. O efeito da importação dos fertilizantes é a indexação de seu preço à variação cambial do dólar americano, que afeta todas as empresas agrícolas que dependem do insumo, especialmente o pequeno e o médio produtor rural (SAE, 2020).

Mercado mundial de fertilizantes nitrogenados

De acordo Saab e Paula (2008 apud. IFA 2008), em 2007 os países que foram responsáveis



pela produção da amônia foram: China, Rússia, Índia e Estados Unidos produzindo mais de 53 % da produção mundial. Já os principais países produtores de ureia: China e Índia sendo responsáveis por 64 % da produção mundial. E no âmbito de exportação a Rússia, Ucrânia, Catar e Arábia Saudita foram responsáveis por 65 % da exportação mundial.

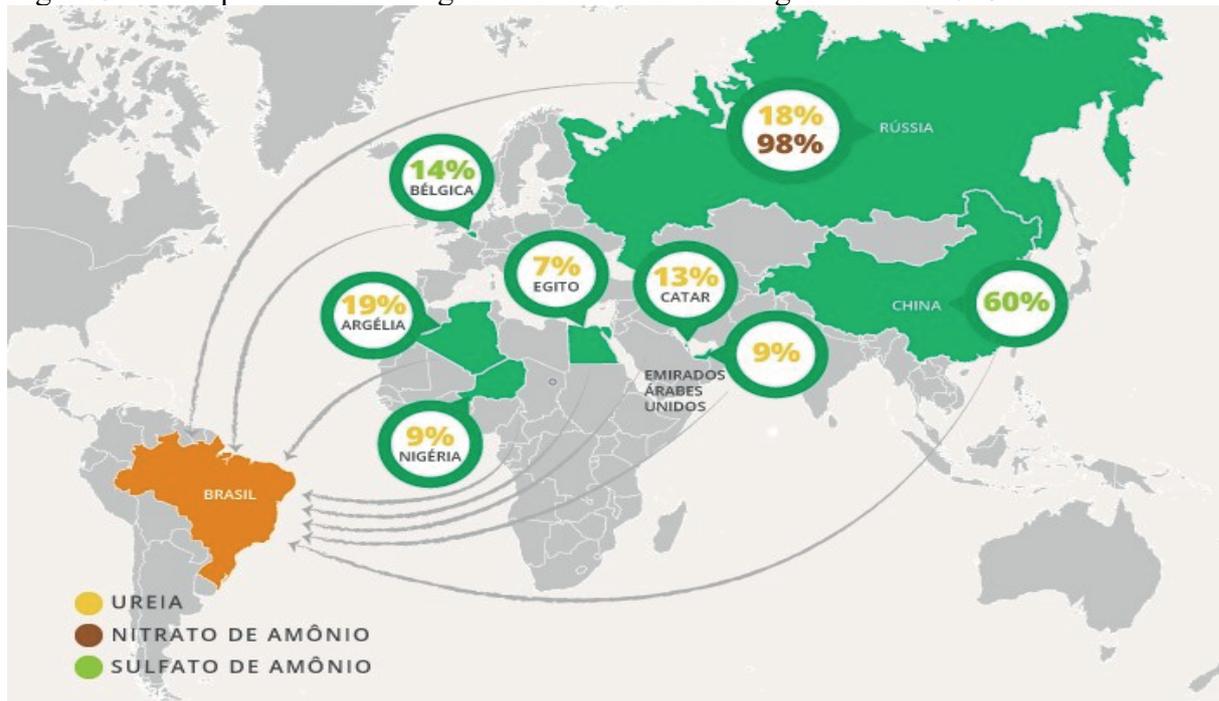
Em 2018 o Brasil importou 24,96 milhões de toneladas de fertilizantes. Os nitrogenados representaram 35% do total. Os principais locais de origem dos fertilizantes nitrogenados foram a Rússia, China, Argélia, Catar, Nigéria e os Emirados Árabes Unidos (GLOBALFERT, 2019).

Conforme a figura 3, em 2018 os principais países exportadores de ureia foram a Argélia (19%), Rússia (18%), o Catar (13%), a Nigéria (9%), os Emirados Árabes Unidos (9%)

e o Egito (7%). A Rússia (98%) foi o principal local de origem do Nitrato de Amônio e a China (60%) e Bélgica (14%) foram os principais de Sulfato de Amônio, respectivamente. Já atualmente, de acordo com a Stonex (2021), Marrocos é o principal local de origem com (42%), seguido por Rússia (34%), Arabia Saudita (15%) e China (4%).



Figura 3 - Principais locais de origem dos fertilizantes nitrogenados em 2018.



Fonte: GlobalFert (2019).

Uma das preocupações da atualidade, é que os mesmos países produtores, também são os maiores consumidores do insumo. Os maiores consumidores de fertilizantes no ano de 2015 foram: China, Índia e Estados Unidos. Entretanto os maiores consumidores de nitrogênio para uso agrícola são: China, Índia, EUA Brasil e Paquistão, de acordo com a FAO.

É um assunto que está

sendo discutido e retratado por diversos grupos do mercado global, e assusta muito o mercado brasileiro, pois de acordo com Santos (2021), a China é o maior parceiro comercial do Brasil desde 2009, respondendo em 2020, por 33,7% das exportações totais do agronegócio brasileiro. E a tendência é que o país suspenda a exportação de fertilizantes para fins de proteção do mercado doméstico, e essa suspensão e a cri-

se energética da China pode impactar fortemente o fornecimento de fosfatados e nitrogenados ao mercado brasileiro. Segundo dados do CEPEA (2008), essa medida é para evitar uma possível escassez da oferta na China, devido ao aumento da demanda e dos preços dos fertilizantes no mercado internacional.

Indústria nacional de fertilizantes nitrogenados

O déficit na balança comercial brasileira de fertilizantes, não é consequência apenas da demanda concentrada do setor agrícola, também gira em torno da estrutura de produção e da dotação de fatores domésticos. O setor envolve economia de larga escala e mesmo o Brasil tendo fortes potencialidades, não possui investimentos que correspondam a necessidade. Um exemplo,

é a produção de insumos para os fertilizantes nitrogenados, onde o setor petroquímico depende da oferta da amônia e do enxofre, que são sedimentos do petróleo e gás natural.

Os fertilizantes nitrogenados são gerados a partir da fabricação da amônia anidra, que envolve a reação de hidrogênio com o nitrogênio atmosférico. São empregues fontes energéticas como gás natural, nafta e resíduo asfáltico. Entre essas fontes de hidrogênio, o gás natural é a mais utilizada, além de ser a mais indicada, gerando uma maior concentração das unidades produtoras de fertilizantes nitrogenados perto de refinarias petroquímicas (RIBEIRO; LEITE, 2017).

Os principais produtos nutricionais nitrogenados comercializados são: Amônia, Ureia, Fosfato monoamônio (MAP),

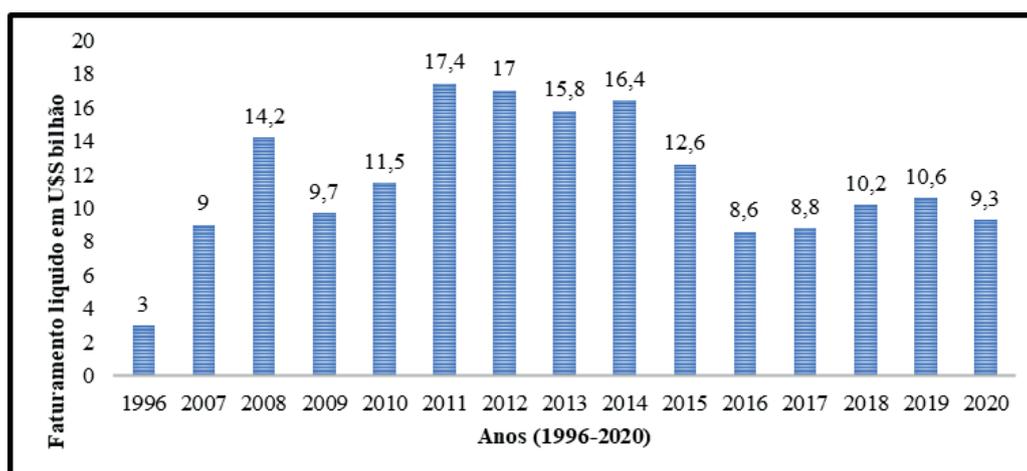


Fosfato de diamônio (DAP), Sulfato de amônio, Nitrato de amônio (DIAS; FERNANDES, 2006).

O desempenho da indústria química brasileira nos últimos anos, no âmbito de fertilizantes teve um resultado bem instável durante os anos de 1996 a 2020 (figura 4). Para a SAE

(2020), a produção de fertilizantes no Brasil diminuiu de 9,81 milhões de toneladas em 2007 para 8,184 milhões em 2017. Porém, as entregas aumentaram neste período, sobrevivendo de 24,61 milhões para 34,4 milhões de toneladas, um aumento de 39,8%.

Figura 4 - Dados da evolução do faturamento líquido do setor de fertilizantes entre os anos de 1996 a 2020.



Fonte: Elaborado pelo autor, de acordo com dados da Abiquim (2020).

De acordo com Costa e Silva (2012), a razão para constantes declínios deve-se principalmente às importações ascendentes que apresentam

alta elasticidade com o produto interno bruto (PIB) industrial e agrícola, além de fatores como preços, câmbio e custos de matérias-primas. Conforme a figura



4, a indústria química brasileira no segmento de fertilizantes teve uma queda de -12,3%, entre 2019 e 2020 no faturamento líquido e um crescimento de 4,8% comparando os valores de 2020 e 1996 (ABIQUIM, 2020).

Essa instabilidade de produção varia de acordo com a disponibilidade de matérias-primas (nitrogênio, fósforo e potássio) e da estrutura de produção. A produção interna de fertilizantes nitrogenados no ano de 2000 respondeu a 40% da demanda interna, já em 2010 atendeu cerca 24% da demanda, ou seja, houve uma retração de produção (COSTA; SILVA, 2012).

A volatilidade de preços e a escassa disponibilidade de gás natural no país causa conflitos sobre a cadeia produtiva de amônia, que é matéria-prima para produção dos fertilizantes nitrogenados. Esses preços crescentes

e elevados do gás natural boliviano (Gasoduto Brasil-Bolívia) e o baixo valor adjunto da amônia desacorçoam investimentos em polos industriais no Brasil. Onde a partir disso, a demanda acaba sendo atendida por importações, que contam até com atuações internacionais de financiamento de longo prazo (VALOR, 2008).

Conforme Saab e Paula (2008), em 2007 a Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados (Fafen), localizada em Laranjeiras (SE) e em Camaçari (BA), e a Ultrafertil, em Cubatão (SP) e Araucária (PR), eram responsáveis pela produção das matérias-primas para adubos nitrogenados. Porém o cenário da indústria brasileira, sofreu modificações. A fábrica de fertilizantes nitrogenados da Bahia (Fafen-BA) de Sergipe (Fafen-SE) unidades essas pertencentes a Petrobras, passaram por hibernação, por apresentarem



resultados negativos somados em cerca de 800 milhões em 2017, de acordo com a Agência EPBR (2018). E com o desinvestimento da Petrobras, a dependência das importações voltou a crescer, aumentando de 78% para 83% entre 2015 e 2017.

Entretanto, atualmente, essas mesmas unidades que entraram em hibernação, foram arrendadas pela Unigel em 2020, que é uma das maiores empresas petroquímicas do Brasil por R\$ 177 milhões, pelo período de dez anos, prorrogáveis por mais dez anos. Juntas, as fábricas de Laranjeiras (SE) e de Camaçari (BA) poderão produzir até 1,15 milhão de toneladas de ureia por ano e ainda terão a capacidade de produção de 925 mil toneladas de amônia por ano (UNIGEL, 2021). A expectativa de faturamento com a reativação das fábricas é de R\$ 2 bilhões anuais, suprir

20% da demanda e gerar 1,5 mil empregos diretos e indiretos nos dois estados (CORREIO BRASILENSE, 2021).

A fábrica de Laranjeiras (SE) foi inaugurada no primeiro semestre e a de Camaçari (BA) foi inaugurada no segundo semestre, mais precisamente no dia 03 de novembro, ambas em 2021. A Unigel se tornou a maior produtora nacional de fertilizantes nitrogenados após o arrendamento das unidades junto à Petrobras (FORBES, 2021). Outra fábrica ativa e responsável pela produção nacional de nitrogenados está localizada no Vale do Cubatão (SP) pertencente desde 2017 a empresa Yara Fertilizantes/Yara Brasil.

Formação de preço dos fertilizantes nitrogenados

Os custos de produção dos fertilizantes ainda são eleva-



dos em virtude das dificuldades logísticas, falta de infraestrutura e ao próprio valor do frete que influencia o preço final do custo da matéria-prima (INÁCIO, 2013).

Outro fator que pode influenciar os preços dos insumos é a verticalização da produção, situação em que determinados agentes que tem facilidade de compra em grande volume e boa logística tem meios para financiamento da safra, inclusive de fornecimento de insumos (NETO, 2007).

Além das matérias-primas, outros custos para a cadeia produtiva incidem sobre o preço final dos fertilizantes no mercado doméstico, sendo eles: custos do transporte marítimo; custos portuários; tributos externos e internos; custos de transporte até os centros consumidores; preço internacional, taxa de câmbio e consumo. São variáveis que

influenciam os preços dos fertilizantes no mercado brasileiro (BNDES, 2012; SAAB; PAULA, 2008).

O frete marítimo é um elemento de custo que implica na constituição do preço final dos fertilizantes. Considerando as principais rotas de fretes marítimos dos fertilizantes, constituída pelas rotas de origem do Báltico, do Mar Negro, de Tampa e de Norkfolk, pôde-se construir um preço médio para os fretes praticados no mercado internacional. O frete marítimo ligado às despesas portuárias custa, em média, US\$ 40/t, representando cerca de 10% a 15% do preço dos fertilizantes (SAAB; PAULA, 2008; BDNES, 2010).

Os custos portuários, representam grande importância. Pois as importações de matérias-primas, produtos intermediários e fertilizantes são entregues em



diversos portos brasileiros. Em 2018, os portos de Paranaguá, Rio Grande e Santos foram responsáveis por 64% do volume importado de fertilizantes no Brasil, o equivalente a 16 milhões de toneladas, com importação de 33%, 17% e 14%, respectivamente (GLOBALFERT, 2019). No segundo semestre, que é o período de maior demanda por fertilizantes, relacionado a sazonalidade que será retrata mais adiante no trabalho, o preço dos fretes aumenta e o período de sobre estadia nos portos também. O sistema ainda é precário e caro, os navios locados para conduzir para o exterior ou entregar no país insumos e fertilizantes ficam 20 dias a mais nos portos brasileiros do que o período pelos quais foram contratados (BNDES, 2010; SANTOS, 2016).

O transporte rodoviário é mais empregado internamente

de modo que as matérias-primas e produtos intermediários cheguem ao seu destino. O produto final da mesma forma é distribuído aos consumidores basicamente via rodovias (BNDES, 2010). Os valores que determinam os preços nesse setor, dependem do peso transportado, da região de origem e destino e das distâncias percorridas. E todos os valores citados estão sujeitos a sofrer influência do frete de retorno (SAAB; PAULA, 2008).

De acordo com Santos (2016), outro fator que influencia na competitividade do produtor nacional, é a questão tributária no setor de fertilizantes. O principal imposto incidente sobre os insumos agrícolas é o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). Dentro da cadeia de fertilizantes, a cobrança de ICMS origina uma estrutura de créditos e débitos que se dife-



rencia dependendo da origem da matéria-prima e de seu destino. Essa questão tributária em fertilizantes no país necessita atenção pois carece de políticas públicas que possibilitem que os produtos nacionais e importados tenham condições similares de disputa pelo mercado brasileiro.

Sazonalidade de mercado

De acordo com Dias e Fernandes (2006), 70% das vendas de fertilizantes se empregam no segundo semestre do ano, quando ocorre o plantio da safra de verão. Em casos de grandes empresas e até mesmo agricultores com mais recursos financeiros, os mesmos antecipam parte das compras no primeiro semestre, tendo em vista a questão de oferta e demanda do setor, buscando a redução de preços.

A sazonalidade agrícola

la do país é um fator que merece destaque, pois afeta de forma considerável, o setor de fertilizantes, que é condicionado pelas culturas típicas de cada região do estado, e exige uma produção sucessiva para suprir uma demanda concentrada em um curto período de tempo, no caso, meses. Além de enfrentar outros problemas, como custos de mantimento de estoques (capitais de giro das empresas), custeios derivados de uma eficaz armazenagem de insumos, de estadia e do transporte (BARBOSA; FERREIRA; FREITAS, 2000).

Lupinacci (2012), alega em sua pesquisa que a melhor época de compra e transporte seria no primeiro semestre, sendo uma forma de aproveitamento do frete de retorno dos caminhões que escoam soja e milho do Centro Oeste. Seria uma alternativa viável, em vista de contratar um



frete inteiro no segundo semestre. Porém, Lupinacci (2012) e Barbosa et al., (2000) evidenciam os mesmos problemas que os produtores enfrentam, sendo a falta de infraestrutura e capital para uma armazenagem eficaz.

O trabalho de Daminato e Benitz (2015), apresenta que em 2014, como forma de estratégia logística a maior parte das empresas optaram em adquirir os insumos com antecipação, aplicando as movimentações no primeiro semestre do ano, visando evitar pagar valores de frete muito altos. Entretanto, em 2015, ocorreu o contrário, por motivos econômicos como alta cotação do dólar, visto que grande parte da matéria-prima é importada, e com o atraso na liberação do crédito rural e elevadas taxas de juros, os produtores optaram em esperar para adquirir os insumos, com a perspectiva de melhora da

economia, ou redução na precificação dos produtos.

Comportamento do preço de fertilizantes nitrogenados em Mato Grosso

Mato Grosso é o estado que, em função do crescimento acelerado da agricultura dos últimos anos, vem aumentando o valor da produção, principalmente dos grupos de fibras e de grãos. E por ser o estado que mais consome fertilizantes no país (FERREIRA; VEGRO, 2012). O Estado trata-se do maior polo agrícola brasileiro, com altas taxas de produtividade e áreas disponíveis para crescimento, tanto em pastagem quanto abertura de novas áreas (TAVARES; HABERLI, 2018).

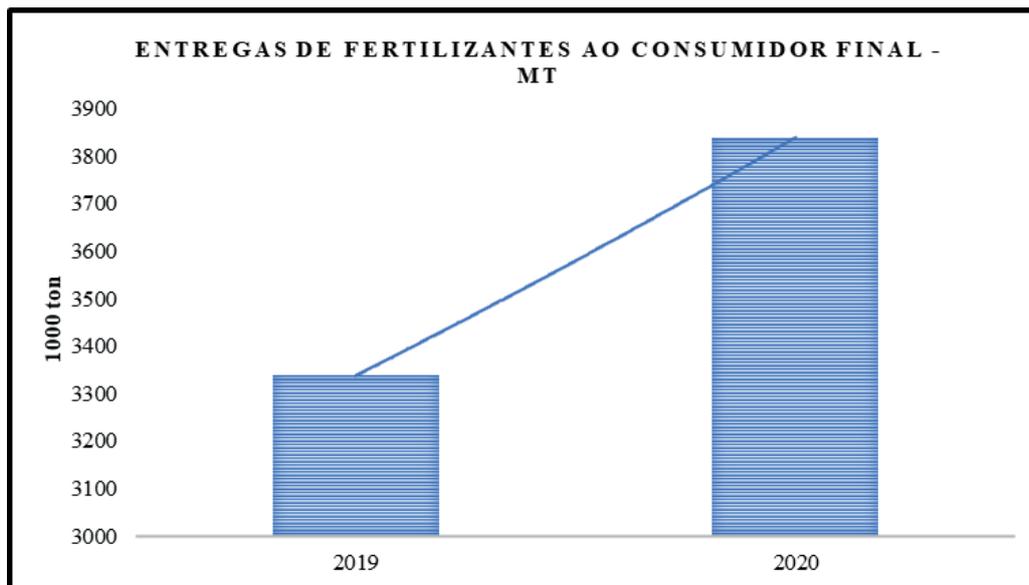
A demanda de fertilizantes por parte dos produtores do Centro Oeste, principalmente



do Mato Grosso é muito grande, pelo fato do Estado ser o maior produtor de grãos do país. Essa alta demanda gera muita busca pelo serviço de transporte do insumo a partir da região de Santos, o que acaba elevando os preços dos fretes independentes da região de destino (LUPINACCI, 2012).

As entregas de fertilizantes ao consumidor final em Mato Grosso corresponderam cerca de 3338 mil toneladas em 2019 e 3839 mil toneladas em 2020, conforme mostra a figura 5.

Figura 5 - Entregas de fertilizantes ao consumidor final em Mato Grosso nos anos de 2019 e 2020.



Fonte: Elaborado pelo autor, de acordo com dados Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA) e Associação Misturadores de Adubos do Brasil (AMA, 2020).

Entre 2019 e 2020, houve um aumento de 15,01% nas entregas de fertilizantes ao consumidor final no estado, segundo a Associação misturadores de adubos do Brasil (AMA),



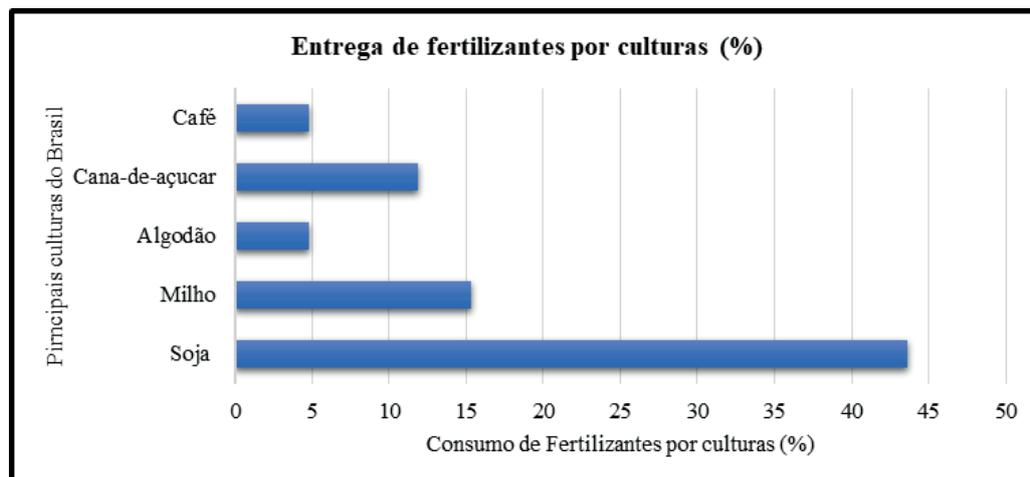
indicando que Mato Grosso é o estado líder nas entregas ao consumidor final. Esse crescimento se deu pelo fato que em 2020, Mato Grosso atingiu recorde de safra, onde a soja teve uma produção de 121,8 milhões de toneladas, gerando R\$ 169,1 bilhões, ou 35,0% acima do valor da safra de soja 2019. Destacou-se também na produção de milho, que cresceu 2,8%, um novo recorde, chegando a 104,0 milhões de toneladas, que geraram R\$ 73,949 bilhões, 55,4% a mais do que em 2019, onde houve o aumento de produção de grãos e de consumo de fertilizantes (IBGE, 2021).

Relacionado a entrega de fertilizantes por culturas mais produzidas no Brasil: a soja, milho e algodão se destacam e o Mato Grosso é o principal produtor. As entregas de fertilizantes para as culturas predominantes do estado em 2019, corresponde-

ram a 16,141 mil toneladas para a soja, 6,228 mil toneladas para o milho e 2,100 mil toneladas para o algodão. A figura 6 reporta a entrega de fertilizantes (geral) das cinco culturas mais produzidas no país, como forma de representar o alto índice de consumo do estado.



Figura 6 - Entregas de Fertilizantes ao consumidor final por culturas em 2019.



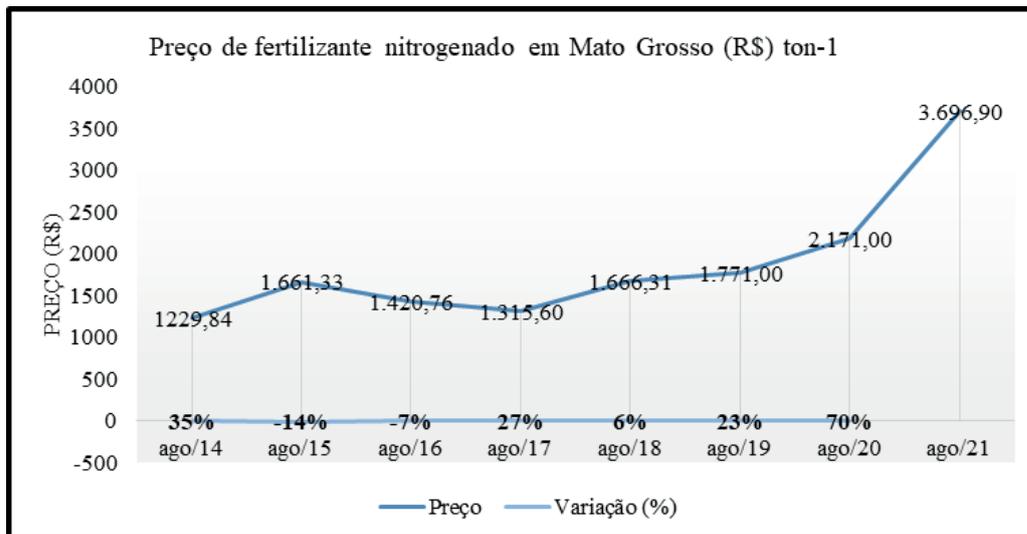
Fonte: Elaborado pelo autor, de acordo com os dados disponibilizados pela Associação Misturadores de Adubos do Brasil (AMA), (2020).

A soja em 2019 representou cerca de 43,59% e o milho 15,28%, respectivamente, do total entregue ao país, ou seja, Mato Grosso é o maior consumidor. Já no panorama nacional, logo após a soja e o milho, vem a cana-de-açúcar representando 11,88%, o algodão com 4,83% (Mato Grosso também é o maior produtor) e em seguida o café 4,82% (AMA, 2020).

Conexo a todos fatores que alteram o comportamento dos preços dos fertilizantes nitro-

genados e a variação percentual dos valores em Mato Grosso, é notório que os fertilizantes nitrogenados chegam aos produtores do estado com preços bem expressivos e só aumentam com o passar dos anos, a figura 7 ilustra essa realidade.

Figura 7 - Variação de preço dos Fertilizantes Nitrogenados em Mato Grosso de 2014 a 2021.



Fonte: Elaborado pelo autor, de acordo com dados disponibilizados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), (2021).

Conforme a figura 7, o período analisado foi de 2014 a 2021, especificamente os meses de agosto, onde os valores foram mais expressivos devido a sazonalidade de mercado. Nota-se que o preço dos fertilizantes entre o período analisado na figura foi crescente, de acordo com a demanda firme e a valorização do dólar. Em agosto de 2014 a tonelada do insumo custava cerca de R\$ 1230, já em agosto de 2021, de acordo com a CONAB

(2021), o preço da tonelada saiu a R\$3700, respectivamente. Ou seja, houve um acréscimo de 201% na precificação dos fertilizantes nitrogenados para os produtores do Mato Grosso.

Até maio de 2014 a ureia e cloreto de potássio tiveram intensa valorização, quando houve uma queda brusca; a partir de setembro de 2014 houve recuperação destes dois itens que assim se mantiveram até abril de 2016, quando tornaram a perder para a



inflação. No geral, esses insumos tiveram ganhos reais de preços, o que refletiu a intensidade de uso (CONAB, 2017).

De acordo com Ferreira e Vegro (2015), essa retração em 2015/2016, ocorreu em todo país e no Mato Grosso foi em decorrência de alguns fatores como uma menor antecipação de compras pelos agricultores para a safra 2015/16 para soja, onde o estado é o maior produtor e é uma das culturas que mais demandam o uso de fertilizantes. Outro fator foi a valorização do dólar, o que acarretou acréscimo no preço final dos insumos e porque houve uma queda dos preços recebidos pelos agricultores para algumas culturas (como o caso do algodão, onde o estado também lidera o ranking de produção, o que tornou inviável um alto investimento na compra desses insumos).

Atualmente, Mato

Grosso tem passado por alguns gargalos, onde os agricultores estão enfrentando falta de matéria-prima e atraso nas entregas de fertilizantes. A situação tem causado transtornos nos preparativos do solo e pode atrasar o cultivo da safra 2021/2022 de soja no estado. Alguns dos maiores grupos produtores iniciaram o plantio atrasado por esses motivos (GLOBALFERT, 2021).

De acordo com a Aprosoja (2021), esse desabastecimento tende a se repetir nas safras futuras e a falta desses insumos afetará diretamente a produção, pois se o fertilizante não for aplicado no momento correto do plantio de milho e de soja, haverá uma redução de volume e qualidade da safra de grãos. Ou seja, sem esses insumos a lavoura perde a produtividade, acarretando prejuízos econômicos ao produtor onde os mesmos serão



atingidos pelo aumento da inflação nos alimentos, além de que a produtividade é vital para sustentabilidade ambiental e social, medida que visa produzir mais com menos recursos e menor área de plantio.

Barreiras e desafios industriais

Os fertilizantes nitrogenados, em comparação com o fosfatado e potássico são os que tem maiores perspectivas de aumento de oferta doméstica, por causa dos projetos do gás natural em curso no país. Contudo, questões como o preço do gás e a tendência de utilização preferencial do recurso como fonte energética, podem interferir no seu uso pelo setor de fertilizantes (INÁCIO, 2013).

Qualquer fator que afete de forma contrária a distribuição de fertilizantes como discordân-

cias comerciais, adversidades climáticas, acréscimos dos fretes marítimos ou das despesas com a fila dos portos, causará impactos a economia nacional (DAMINATO; BENITIZ, 2015). Algumas das dificuldades enfrentadas pelo mercado serão citadas a seguir.

Os transportes rodoviários e ferroviários são mais utilizados no país, porém ainda carece de infraestrutura. Segundo a Global Fert (2021), no Mato Grosso houve avanço de 20% no volume de fertilizante importado e o escoamento do insumo está acontecendo com a mesma frota de caminhões, o que implica em um eventual atraso nas entregas. Os elevados custos do frete estão impactando o preço e disponibilidade de fertilizantes no Brasil. Alguns insumos demonstram baixos estoques e se espera a normalização logística para uma melhora na disponibilidade geral



para agricultores brasileiros.

Falta de políticas públicas e programas de incentivos ainda são considerados gargalos no mercado nacional. A indexação de preço à variação cambial do dólar americano, afeta todos os empreendimentos agrícolas que dependem do insumo, principalmente o pequeno e o médio produtor rural, de certa forma essa indexação dificulta a criação de programas de incentivos, afetando diretamente a economia brasileira (CASTRO; SILVA; GILIO, 2021; SEAE, 2021).

Outra dificuldade que a indústria enfrenta, são relacionadas as aquisições de fertilizantes ou de suas matérias-primas em operações domésticas, quando o fornecedor é em outro Estado, são vinculadas por carga tributária nominal de ICMS correspondente a 4,9% ou 8,4%, dependente dos Estados envolvidos.

Os fertilizantes importados têm seus custos afetados por ações tributárias vinculadas à cobrança do Adicional ao Frete para a Renovação da Marinha Mercante (AFRMM) e à incidência do imposto de importação. Ademais, os custos portuários nacionais também elevam o valor do frete dos fertilizantes importados (OLIVEIRA; MENEZES, 2020; SEAE, 2021).

Projeções futuras

Conforme a SEAE (2021), em 2020, representantes do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) apresentaram à Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (SAE-PR) a necessidade de concepção e implementação de um novo Plano Nacional de Fertilizantes. Foram propostos planos que vi-



sam coordenar ações públicas e incentivar ações privadas, no intuito de melhorar a eficiência da produção e da comercialização de fertilizantes no Brasil, de modo que seja reduzida a dependência externa tecnológica e de fornecimento, impedindo futuras crises, além de ampliar a competitividade do agronegócio brasileiro no mercado internacional e respeitar as regulamentações ambientais.

De acordo com Cruz (2020), o mercado de gás natural é bastante promissor no Brasil. Projeções futuras da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), do Ministério de Minas e Energia (MME) sobre o gás, retratam que até 2030 a demanda total terá crescimento médio de 5% ao ano, embora possa chegar a 8% anuais, caso sejam viabilizados projetos-âncora de busca pelo combustível no âmbito do Novo

Mercado de Gás.

O Novo Mercado de Gás, é um programa aliado às perspectivas de oferta adicional de gás natural do pré-sal e da Bacia de Sergipe-Alagoas, que contribuirá para o aumento da competição no mercado de gás natural. O programa inclui medidas para todos os elos da cadeia de valor do gás natural, desde o escoamento da produção até a distribuição. As medidas buscam o uso mais eficiente das infraestruturas existentes, além de atrair novos investimentos e promover a concorrência no mercado de gás natural (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2021).

Além do Novo Mercado de Gás, outro agente para a estimativa de alta na demanda vem sendo explicado através da retomada do crescimento do setor industrial brasileiro após a pandemia. Pois houve uma queda

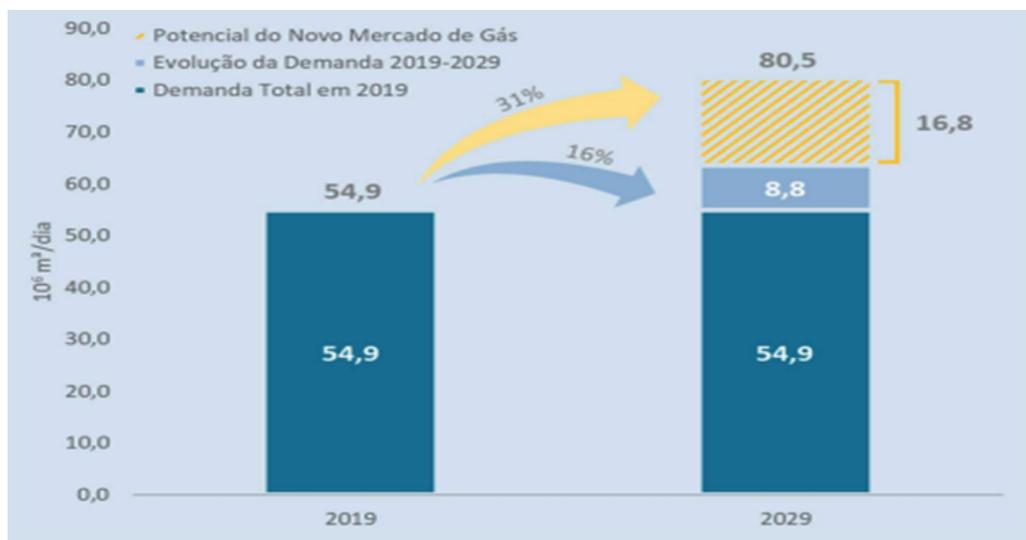


de 20% na demanda nacional por gás natural dos segmentos industrial, comercial, residencial e de gás natural veicular (GNV) devido ao Covid-19 (CRUZ, 2020).

É previsto um cenário de crescimento nas próximas dé-

cadadas de disponibilidade de Gás Natural a partir do Novo Mercado de Gás, onde pretende-se alavancar a produção, reduzir custos e diminuir a importação dos fertilizantes nitrogenados, como mostra a figura 8.

Figura 8 - Elasticidade Novo Mercado de Gás: potencial de acréscimo na demanda de 2019 a 2029.



Fonte: EPE (2021).

O setor de fertilizantes nitrogenados e outros segmentos que provém do gás, como metanol, eteno e propeno, viabilizaram entradas de novas plantas no cenário, totalizando, res-

pectivamente, 17 milhões de m³/dia de consumo potencial de gás natural até 2029. Conforme o a figura 2, nota-se que a demanda potencial adicional de gás, referente ao “Novo Mercado de Gás”,



representa 31% de toda a demanda estimada para 2019, ou seja, aproximadamente duas vezes o crescimento da demanda de referência entre 2019 e 2029, estimado em 16% (EPE, 2021).

Há projeções de melhoria para o estado de Mato Grosso, relacionado ao transporte ferroviário. O Governo assinou o contrato para construção da primeira ferrovia estadual em Mato Grosso, no início de 2021. A ferrovia vai interligar os municípios de Rondonópolis a Cuiabá, além de Rondonópolis com Nova Mutum e Lucas do Rio Verde, conectando-se à malha ferroviária nacional, em direção ao porto de Santos (SP). Esse projeto estima um investimento de R\$ 11,2 bilhões para a fundação da ferrovia estadual e que serão gerados 230 mil empregos durante os anos de construção da ferrovia (G1 MT, 2021).

A ferrovia vai transportar carga para o maior polo consumidor do país e buscar outras do porto paulista para serem distribuídas pelo estado. Além de que, até março de 2022 finalizará o processo de licenciamento ambiental e as obras começarão a partir do segundo semestre do ano (RODRIGUES, 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As principais variáveis que geram variações de preços dos fertilizantes em Mato Grosso são as cotações dos mesmos fertilizantes no mercado internacional.

Conforme analisado, o comportamento dos preços de fertilizantes nitrogenados apresentou um significativo aumento nos últimos anos para os produtores do estado de Mato Grosso, devido à alta dos preços acarre-



tados por reajustes em função do custo de logística e por haver deficiência de infraestrutura na distribuição de fertilizantes, tendo em vista que o estado está localizado longe dos portos, acarretando um valor de frete alto.

No período de 2014 a 2021, houve um acréscimo na precificação dos fertilizantes nitrogenados para o estado, em cerca de 201%. Essas estatísticas mudam de acordo com a valorização da matéria-prima e de acordo com a inflação, onde esses dois fatores influenciam na intensidade do uso do insumo.

As expectativas são que com a ativação das empresas arrendadas pela Unigel e com o Novo Mercado de Gás, o Brasil se torne menos dependente no âmbito de importação de fertilizantes nitrogenados e passe a suprir uma parte da oferta doméstica do país.

REFERÊNCIAS

APROSOJA - Associação Brasileira dos Produtores de Soja. Atraso na entrega de insumos coloca em risco safra 2021/2022.

2021. Disponível em: <<https://aprosojabrasil.com.br/comunicacao/blog/2021/10/06/atraso-entrega-insumos-coloca-em-risco-safra-2021-2022/>> Acesso em: 24 out. 2021.

AMA- Associação de Misturadores de Adubos do Brasil. Entregas de fertilizantes ao mercado final, 2021. Disponível em: <<http://amabrasil.agr.br/wp-content/uploads/2020/08/oct2020/2%20-%20Entrega.pdf>> Acesso em: 24 out. 2021.

BARBOSA, M. Z.; FERREIRA, C. R. R. P. T.; DE FREITAS, S. M. Comportamento dos preços de



soja e derivados nas exportações brasileiras no período 1988-97. INFORMACOES ECONOMICAS - GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO INSTITUTO DE ECONOMIA AGRICOLA, v. 30, n. 2, p. 25-32, 2000. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/ie/2000/tec3-fev2000.pdf>> Acesso em: 29 out. 2021.

CASTRO, N.R.; SILVA, A.F.; GILLIO, L. Desempenho e inter-relações do setor de fertilizantes: uma análise segundo a ótica de insumo-produto. Planejamento de Políticas públicas, 2020. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/991/564>> Acesso em: 24 out. 2021.

CAVALETT, O; ORTEGA, E. Análise energética da produção de soja no Mato Grosso. Cadernos de Agroecologia, v. 2, n. 1, 2007. Acesso em: 22 out. 2021.

CEPEA. Preço do adubo quase dobra em relação à safra 2007/08. Piracicaba, 2008. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/revista/pdf/0005406001468869744.pdf>> Acesso em: 23 out. 2021.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. O comportamento dos preços dos insumos agrícolas na produção de milho e soja. Brasília, v. 7 (2017). Disponível em: <https://www.conab.gov.br/uploads/arquivos/17_05_23_17_12_24_7o_compendio_de_estudos_comportamento_dos_precos_dos_insumos_agricolas_milho_e_soja_-_2017.pdf> Acesso em: 23 out. 2021.

COSTA, L.M.; SILVA, M. F. O. A indústria química e o setor de fertilizantes. 2012. Disponível



em: <<http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2025>> Acesso em: 26 out. 2021.

CORREIO BRAZILIENSE. Unigel arrenda Fafens da Petrobras e deve gerar R\$ 2 bilhões por ano. 2020. Disponível em: <https://www.correio braziliense.com.br/app/noticia/economia/2020/08/04/internas_economia,878398/unigel-arrenda-fafens-da-petrobras-e-deve-gerar-r-2-bilhoes-por-ano.shtml> Acesso em: 25 out. 2021.

CRUZ, D.M. Demanda por gás natural crescerá até 8% ao ano. Sertvalve, 2020. Disponível em: <<https://www.energiaquefala-comvoce.com.br/2020/12/08/demanda-por-gas-natural-crescera-ate-8-ao-ano/>> Acesso em: 23 out. 2021.

DAMINATO, B.; BENITIZ, L.

Caracterização das movimentações de fertilizantes no Brasil. Grupo de Extensão e Pesquisa em Logística Agroindustrial – ESALQ-LOG, Universidade de São Paulo. São Paulo, p.28. 2015. Acesso em: 22 out. 2021.

DIAS, V.P.; FERNANDES, E. Fertilizantes: uma visão global sintética. 2006. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2657/1/BS%2024%20Fertilizantes_Uma%20Vis%c3%a3o%20Global%20Sint%c3%a9tica_P.pdf> Acesso em: 24 out. 2021.

EPBR- Agência. Fechamento de Fafens chega ao Senado. 2018. Disponível em: < <https://epbr.com.br/fechamento-de-fafens-chega-ao-senado/>> acesso: 21 out. 2021.

EPE - Empresa de Pesquisa Ener-



gética. Plano decenal de expansão de Energia 2029, 2021. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-422/PDE%202029.pdf>> Acesso em: 27 out. 2021.

FARIAS, S. Crise econômica e dólar derrubam setores de defensivos e fertilizantes. Canal Rural, São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/noticias/crise-economica-dolar-derrubam-setores-defensivos-fertilizantes-60440/>> Acesso em: 22 out. 2021.

FERREIRA, C.R.R.P; VEGRO, C.L.R. Fertilizantes: aumento dos preços pagos pelos agricultores em 2015. Análise e Indicadores do Agronegócio, v. 10, n.7, Julho,2015. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftpica/>

AIA/AIA-49-2015.pdf> Acesso em: 26 out. 2021.

FORBES. Unigel inicia operação de fábrica de fertilizantes nitrogenados na Bahia. Redação Forbes Agro, 2021. Disponível em: < <https://forbes.com.br/forbesagro/2021/11/unigel-inicia-operacao-de-fabrica-de-fertilizantes-nitrogenados-na-bahia/>> Acesso em: 07 nov. 2021.

G1 MT. Governo assina contrato para construção da 1ª Ferrovia Estadual em Mato Grosso. 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mt/mato-grosso/noticia/2021/09/20/governo-assina-contrato-para-construcao-da-la-ferrovia-estadual-em-mato-grosso.ghtml>> Acesso em: 26 out. 2021.

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



Atlas, 2017. Acesso em: 14 out. 2021.

GLOBALFERT. Os preços do transporte de contêineres dispararam com a pressa para aumentar o estoque de mercadorias. 2021. Disponível em: < <https://globalfert.com.br/noticias/logistica/os-precos-do-transporte-de-containers-disparam-com-a-presa-para-aumentar-o-estoque-de-mercadorias/>>. Acesso em: 21 out. 2021

GLOBALFERT. Atraso na entrega de fertilizantes afeta agricultores de Mato Grosso. 2021. Disponível em: <<https://globalfert.com.br/noticias/mercado/atraso-na-entrega-de-fertilizantes-afeta-agricultores-de-mato-grosso/>> Acesso em: 24 out. 2021.

GOV - Governo de Mato Grosso. Um marco historio para a infraes-

trutura rodoviária de Mato Grosso. 2021. Disponível em: <<http://www.mt.gov.br/-/17014419-um-marco-historico-para-a-infraestrutura-rodoviaria-de-mato-grosso>> Acesso em: 24 out. 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. PAM 2020: valor da produção agrícola nacional cresce 30,4% e chega a R\$ 470,5 bilhões, recorde da série. 2021. Acesso em: 21 out. 2021.

INACIO, S.R.F. Produção e comercialização de insumos para produção de fertilizantes: Um panorama mundial e os paradigmas do Brasil. 2013. 18f. Trabalho de estagiário júnior do Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial – ESALQ-LOG – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013. Acesso



em: 18 out. 2021

MACIEL, L. M.; DE TUNES, L. V. M. A importância dos fertilizantes para a agricultura. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 6, p. 58647-58658, 2021. Acesso em: 17 out. 2021.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. Acesso em: 14 out. 2021

MME- Ministério de Minas e Energia. Novo mercado de Gás. Governo Federal, Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/petroleo-gas-natural-e-biocombustiveis/novo-mercado-de-gas>> Acesso em: 27 out. 2021.

MORAIS, J.; GEHM, B. Em

meio a boom das commodities, Brasil tem potencial para produzir mais fertilizantes. Serviço Geológico do Brasil, 2020. Disponível em: <<https://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/Em-meio-a-boom-das-commodities%2C-Brasil-tem-potencial-para-produzir-mais-fertilizantes-6863.html>> Acesso em: 25 out. 2021.

PRODANOV, C. C.; DE FREITAS, E. C. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2ª Edição. Editora Feevale, 2013. Acesso em: 14 out. 2021.

RIBEIRO, J.V.S.; LEITE, M.M.B. Solução logística para importação de fertilizantes Estudo de caso para o Mato Grosso. Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial (ESALQ-LOG). Universidade de



São Paulo. Piracicaba, p.23. 2017.
Acesso em: 14 out. 2021.

RODRIGUES, F. Nova ferrovia no MT deve começar a ser construída no 2º semestre de 2022. Poder 360, 2021. Disponível em: <<https://www.poder360.com.br/economia/nova-ferrovia-no-mt-deve-comecar-a-ser-construida-no-2o-semester-de-2022/>> Acesso em: 20 out. 2021.

ROSA, B. Fertilizantes, o calcanhar de Aquiles da agricultura brasileira. Canal Rural, 2020. Disponível em: <<https://blogs.canalrural.com.br/beneditorosa/2020/06/26/fertilizantes-o-calcanhar-de-aquiles-da-agricultura-brasileira/>> Acesso: 23 out. 2021.

SAAB, A. A.; PAULA, R. de A. O mercado de fertilizantes no brasil diagnósticos e propostas

de políticas. Revista de política agrícola, v. 17, n. 2, p. 5-24, 2008.
Acesso em: 15 out. 2021

SEAE - Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos. Produção Nacional de Fertilizantes, 2021. Disponível em: <www.gov.br/planalto/pt-br/assuntos/assuntos-estrategicos/documentos/estudos-estrategicos> Acesso em: 21 out. 2021.

SANTOS, P.C. Biocombustíveis líquidos e a pressão de demanda por fertilizantes nitrogenados: um papel não energético do gás natural no brasil? 2016. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, COPPE. UFRJ, Rio de Janeiro, 2016. Acesso em: 17 out. 2021.

SANTOS, J.R. O impacto da crise energética e interrupção de ex-



portação de fertilizantes chineses ao agronegócio brasileiro. ComexdoBrasil, 2021. Disponível em: <<https://www.comexdobrasil.com/o-impacto-da-cri-se-ener-getica-e-interrupcao-de-expor-tacao-de-fertilizantes-chineses-ao-agronegocio-brasileiro/>> Acesso: 19 out. 2021.

TOMAZELLA, C. Agromove. 7 fatores que influenciam os preços de adubos. [S.l.]. Agromove, 2019. Disponível em: <<https://blog.agromove.com.br/7-fatores-influenciam-precos-adubos/>> Acesso em: 20 out. 2021.

VELASCO, L.O.M.de; CAPANEMA, L.X.deL. O setor de agroquímicos. 2006. Disponível em:<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4643/1/BS%2024%20O%20Setor%20de%20Agroqu%3%admicos_P.pdf> Acesso em: 20 out. 2021.



DESCARTES E O BELO NA MATEMÁTICA¹

DESCARTES AND THE BEAUTY IN MATHEMATICS

Raquel Anna Sapunaru²

Bruna Fernandes Barbosa³

Resumo: A história da Matemática demonstra que sua fundação, bem como seu desenvolvimento, se deram lentamente, no início sem muito rigor, mas sempre com criatividade. O método axiomático: teoremas, proposições e conceitos racionais, logicamente dispostos, foram os maiores êxitos alcançados por essa ciência. Contudo, a Matemática se caracteriza também por uma elegância singular, nem sempre óbvia e pouco explorada. Ponderando que ela é uma das bases do desenvolvimento científico e faz parte da estrutura histórica e cultural da sociedade, é mister um maior aprofundamento dessa característica. Nesse contexto, para comprovar a existência dessa elegância, ou melhor, do belo na Matemática, recorre-se aos trabalhos de filósofos e matemáticos que se destacaram ao longo da elaboração dessa ciência. O foco concentra-se na obra A Geometria de Descartes, composta de três partes. Em uma delas o filósofo afirma que um determina-

1 Maryam Mirzakhani, professora da Universidade Stanford, nascida no Irã em 1977 foi a primeira mulher a ganhar a medalha Fields, distinção mais prestigiosa da Matemática. Infelizmente, faleceu este ano. Esse artigo é em homenagem a ela

2 UFVJM-ICT-BC&T

3 UFVJM-ICT-BC&T



do teorema é muito belo. Assim, o ponto de partida, será explorar o conceito de beleza em Platão, rumo ao belo na Matemática.

Palavras-chave: Matemática; Beleza; Descartes.

Abstract: The history of mathematics shows that its foundation, as well as its development, were given slowly, at first without much rigor, but always with creativity. The axiomatic method, theorems, propositions and rational concepts, logically arranged, were the greatest successes achieved by this science. However, mathematics is also characterized by a singular elegance, not always obvious and little explored. Considering that it is one of the bases of scientific spread and it is part of the historical and cultural structure of society, it is necessary to further deepen this

characteristic. In this context, in order to prove the existence of this elegance, or rather, of the beautiful in mathematics, is used the works of philosophers and mathematicians who stood out during the elaboration of this science. The focus is on Descartes' work *The Geometry*, composed of three parts. In one of them the philosopher affirms that a certain theorem is very beautiful. Thus, the starting point will be to explore the concept of beauty in Plato, towards the beautiful in mathematics.

Keywords: Mathematic; Beauty; Descartes.

INTRODUÇÃO

Segundo Luis Antônio Benedetti (2007), a Matemática é caracterizada como a ciência que estuda as propriedades dos núme-



ros, das figuras geométricas e das funções. Ela surgiu com o intuito de facilitar a vida dos homens e organizar a sociedade. Desde então, essa tem sido sua função, pelo menos no que tange sua vertente pragmática. Assim, os egípcios a utilizaram na demarcação de suas terras, em construções de pirâmides e na astronomia. Do mesmo modo, os gregos também usufruíram da Matemática, mas como base de pensamentos filosóficos e na criação de novas realidades matemáticas.

Não obstante, independentemente do período histórico analisado percebe-se a presença da Matemática como um princípio cultural. A história da Matemática demonstra que sua fundação, bem como seu desenvolvimento se deram lentamente, inicialmente sem muito rigor, mas sempre com criatividade. O método axiomático, teoremas,

proposições e conceitos racionais, logicamente dispostos foram os maiores êxitos alcançados pela ciência. Contudo, a Matemática se caracteriza também por uma elegância singular, nem sempre óbvia.

Nesse contexto, é possível se deparar com o belo na Matemática onde quer que se procure e o melhor de tudo encontra-se no fato de haver ainda muito onde buscar, pois a Matemática não para de se desenvolver.

É possível comprovar a formosura da Matemática de vários ângulos. Um exemplo, seria a harmonia complexa mantida entre a aritmética, a análise, a álgebra e a geometria áreas estas que se completam. Outro exemplo poderia ser o primor oculto dos teoremas, tão graciosos a ponto de suas aplicações serem colocadas de lado em detrimento de tamanha elegância. Ressalta-



-se que não há obstáculos para que um objeto matemático seja concomitantemente exato e belo. Até pouco tempo, o belo na Matemática encontrava-se associado à racionalidade. Atualmente, a austeridade e a trivialidade com que se resolve uma equação, também fazem parte do belo nessa ciência.

Efetivamente, muito se sabe sobre teorias e aplicações matemáticas, mas os estudos sobre o belo na Matemática são mais escassos. Ponderando que a Matemática é um dos fundamentos do desenvolvimento científico da humanidade e faz parte da estrutura do desenvolvimento histórico e cultural da sociedade, é mister um maior aprofundamento desse assunto.

Inicialmente, pode-se recorrer aos trabalhos dos filósofos e matemáticos que se revelaram no processo do de-

envolvimento da Matemática como, Eudoxo, Platão, Descartes, Gauss, Hilbert, Poincaré, entre tantos outros. Destaca-se aqui Platão e Descartes.

Posto isto, este artigo é objeto de um breve estudo que se propôs a discutir alguns aspectos do conceito de beleza na Matemática, utilizando como exemplo um teorema de Descartes. Assim, foi realizado um procedimento reflexivo e sistemático, no qual os dados foram obtidos por documentação indireta, isto é, pesquisa de uma bibliografia já existente, já que busca explicar um conceito de base teórica publicado em um livro. Trata-se, então, de um artigo de compilação.

PLATÃO E A BELEZA MATEMÁTICA

Falar do belo na antigui-



dade é bem diferente de falar sobre ele nos dias de hoje. Por quê? Lúcia de Fátima do Vale explica essa diferença ao afirmar que “Para Platão, o belo é o bem, a verdade, a perfeição; existe em si mesma, apartada do mundo sensível, residindo, portanto, no mundo das ideias. A ideia suprema da beleza pode determinar o que seja mais ou menos belo.” (2005, p.1).

Especificamente, sobre a beleza matemática, o matemático Étienne Ghys (2015), em palestra proferida na Academia Brasileira de Ciências, diz que a estética tem um destaque especial na Filosofia clássica e nesse quesito a maioria dos matemáticos ficam com a teoria filosófica do realismo estético de Platão. Essa corrente filosófica, diretamente ligada à estética representa um patamar matemático, impalpável, tomado por elementos matemá-

ticos, como os números primos, por exemplo, mas que não foge à realidade. Nesse contexto, os matemáticos são meros espectadores e a beleza é uma virtude relativa a esses objetos. Presentemente, a isso dá-se o nome de platonismo matemático.

Em linhas gerais, o platonismo matemático imprime à Matemática uma certa independência, pois ela encontra-se no mundo das ideias de Platão (EVES, 2004). Observa-se que Descartes, assim como Leibniz, Newton e muitos outros matemáticos do século XVII abraçaram essa ideia. Uma definição mais precisa dessa corrente de pensamento encontra-se no artigo “O platonismo de Russell na metafísica e na matemática” de Guido Imaguire. Segundo o autor:

A expressão “platonismo matemático” foi cunhada por Paul Bernays no seu ar-



tigo de 1935, “Sur le platonisme dans les mathématiques”. Além de afirmar a existência de entidades abstratas da matemática, como os números, conjuntos e funções, o platonismo matemático caracteriza-se pela tese de que verdades matemáticas são descobertas e não criadas por meio das provas que as demonstram. Por isso, proposições matemáticas não demonstradas, como, por exemplo, a suposição de Goldbach, são consideradas portadoras de um valor de verdade definitiva [...] (IMAGUIRE, 2005, p.14).

Contrariamente ao platonismo, vê-se o formalismo de Hilbert e o construtivismo de Brouwer, ambas do século XX. Hilbert trabalhou com a ideia

de que não existem objetos matemáticos, como, por exemplo, números, estruturas, conjuntos, entre outros. Desse modo, a matemática consiste de axiomas, definições e teoremas. Por sua vez, para Brouwer a matemática pode ser entendida como construção mental e não como um conjunto de teoremas como no logicismo. (EVES, 2004). Segundo o verbete “logicista” do Dicionário de Filosofia de Abbagnano:

Com este nome costuma-se designar uma corrente de pensamento lógico-matemático que floresceu no fim do século XIX e no início do século XX [...] Os pensadores dessa corrente sustentam que a matemática (pura) é um ramo da lógica, ou seja, que todas as proposições das matemáticas puras (particularmente da aritmética, portan-



to da análise) só podem ser enunciadas com o vocabulário e a sintaxe da lógica matemática, que assim se torna a disciplina matemática por excelência [...] Ao L. [logicismo] opõe-se o formalismo e o intuícionismo. (2003, p.630).

Na relação entre Platão e a beleza matemática, destaca-se um de seus famosos diálogos, intitulado *Hípias Maior*. Nele, Sócrates e o seu interlocutor, um sofista chamado *Hípias*, discutem sobre o conceito de beleza. Sócrates no meio do diálogo define a beleza como sendo uma forma de verdade, do desenvolvimento entre o harmonioso e o útil. Na sequência, ele argumenta que a beleza está relacionada com o prazer, melhor dizendo, com o prazer de ver e ouvir. Por fim, Sócrates deixa a questão em aberto,

pois, afinal, o papel da Filosofia é o de discutir e não concluir.

Para Benedetti (2007), Platão tornou a ideia da beleza clara quando uniu a verdade, o bem e o belo, de onde nasce a estrada através da qual a ciência e a arte passam a trilhar juntas. Certamente, na Grécia antiga, nem todos pensavam igualmente.

Atualmente, os matemáticos se apoiam na definição da beleza conforme descrita por Platão, “[...] que ela correlaciona o harmonioso e o útil dentro de um mundo objetivo e real, que não necessariamente é o nosso mundo físico.” (GHYS, 2015, p.4). Ainda sobre a definição da beleza matemática, encontra-se Bertrand Russell conjecturando que “A matemática, quando vista da maneira certa, tem em si não só a verdade, mas uma beleza suprema - uma beleza fria e austera, que não possui os lindos enfeites



da pintura ou da música.” (RUSSELL apud GHYS, 2015, p.4).

HÍPIAS MAIOR

Hípias Maior, como apontado anteriormente por Ghys, é um dos textos platônicos que trata da estética. Nesse diálogo, a natureza do belo ou o fundamento do belo é questionada por Sócrates.

Grosso modo, ele introduz o ponto ápice do diálogo ao questionar Hípias sobre o belo. Uma “bela jovem” é a primeira resposta dada por Hípias que erroneamente caracteriza o belo pela aparência e não por sua natureza. Diante disso, Sócrates refuta o argumento de Hípias, expressando sua desconfiança perante à beleza transitória das mulheres.

A segunda resposta dada por Hípias, caracteriza o

belo como sendo a beleza da riqueza, comparando o belo com o ouro. Sócrates, então, anula a generalidade do ouro, retratando a beleza de outros materiais, como o marfim e o mármore. Dessa forma, Sócrates exclui a possibilidade da beleza enquanto matéria ou bens materiais.

Finalmente, Hípias chega ao máximo das abstrações dizendo que a beleza se associa a vida humana feliz composta por uma diversidade de coisas belas particulares. Assim, após a definição da teoria da exemplaridade descrita através das respostas de Hípias, Sócrates inicia suas conclusões tomando um apanhado geral do que foi anteriormente dialogado. Os argumentos conclusivos de Sócrates começam tratando das exterioridades e seguem para as utilidades. Para o filósofo, quanto mais define-se o belo pelas aparências ou pelo útil,



mais distantes dele se está.

É valido lembrar que nessa época era impossível dizer que algo fosse belo sem que fosse bom ou verdadeiro. Nesse caso, o belo, o bem e o verdadeiro existiam concomitantemente, sem oposição. Então, Sócrates finaliza sugerindo que o belo seria o prazer da visão e da audição, mas logo refuta essa ideia, trazendo à tona os prazeres proporcionados pelos outros sentidos, olfato, tato e paladar, bem como a existência da beleza sem prazer sensível, não chegando a nenhuma conclusão sobre o que seria o belo. (HÍPIAS MAIOR, 286c-294c).

“ESSE É UM TEOREMA MUITO BELO.” (DESCARTES)

Em A Geometria, Descartes elogia explicitamente um teorema em particular, contem-

plando-o: “Esse é um teorema muito belo.” (DESCARTES, 2015, p.54). Os motivos pelos quais adjetiva-se um teorema de belo já foram aqui elencados anteriormente. A título de ilustração, uma das novidades que A Geometria trouxe para a Filosofia do século XVII foi a língua na qual essa obra foi escrita. Desde a Idade Média os textos científicos e filosóficos eram escritos em latim. Ao escrever A Geometria em francês, o filósofo afirmou seu espírito moderno, enaltecedor de sua própria cultura.

O teorema que irá ser tratado tem algo de especial, a saber:



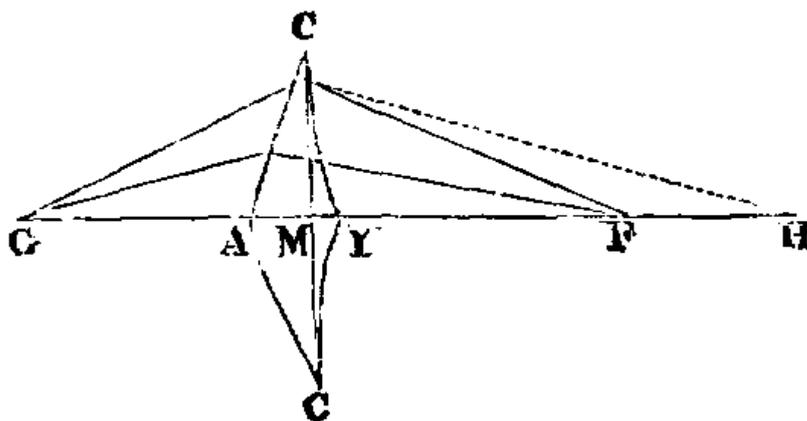


Figura 1: Lente ACY

Fonte: DESCARTES, 2015, p.53

Na Figura 1, sejam os pontos G, C, F e a proporção AM/YM dados. Faltando encontrar a forma da lente ACY, que

recebe todos os raios que vêm a partir do ponto G e fazendo-os convergirem para F, segue-se:

1º passo: utilizam-se as ovas AC e CY que possuem os seguintes pares de focos que podem ser observadas nas respectivas figuras:

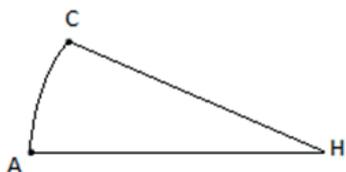


Figura 2: oval AC{Foco G, Foco H}

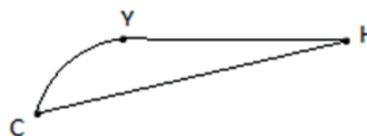


Figura 3: oval CY {Foco F, Foco H}

Para encontrar essas ovas, supõe-se H conhecido, pois ele está presente em ambas, como mostrado nas Figuras 2 e 3.

2º passo: procura-se AM para os pontos G, C, H e através da interpretação gráfica, faz-se:



$$k = CH - HM(1)$$

$$g = GC - GM(2)$$

Vale ressaltar que Descartes entendia por oval o que se entende hoje por lente e que gênero equivalia ao grau da equação. Então, quando ao se referir à uma oval do 1º gênero, por exemplo, ele estava se referindo à uma lente cuja equação que a descrevia era do primeiro grau.

Agora, sabendo que AC é a primeira parte da oval do 1º gênero, chega-se a seguinte análise: Considerando $GC \gg GA$ de tal forma que o comprimento HA ultrapasse o comprimento HC, ou seja, fique maior, então teremos a seguinte proporção:

$$d/e = HA/HC (3)$$

Considera-se agora que AM seja um referencial que possui o seguinte valor:

$$AM = x (4)$$

Então, ao fazer a diferença entre a equação 4 e a equação 1, representa-se a diferença entre os comprimentos AH e CH.

$$x - k = AH - CH (5)$$

Seguindo o raciocínio anterior, ao somar a equação 2 e a equação 4, representa-se a diferença dos comprimentos GC e GA.

$$x + g = GC - GA (6)$$

Por fim, uma vez que a equação 6 está para a equação 5, assim como d está para e, obtêm-se:



$$\begin{aligned}
 (g + x)/(x - k) &= d/e \\
 ge + xe &= dx - dk \\
 ge + dk &= dx - xe \\
 ge + dk &= xd - e \\
 x &= (ge - dk)/(d - e) \quad (7)
 \end{aligned}$$

É válido lembrar que $x =$ tem-se a seguinte igualdade:
 AM, então sendo AC a primeira
 parte da oval do primeiro gênero,

$$\frac{(ge+dk)/(d-e)}{AM} = 1$$

3º passo: deseja-se encontrar
 MY, que passa pelos pontos F, C
 e H, de modo que CY seja a pri-
 meira parte de uma oval do 3º gê-
 nero. Para tal, as seguintes atri-
 buições de variáveis são feitas:

$$y = MY \quad (8)$$

$$f = CF - FM \quad (9)$$

Onde toma-se MY como
 referencial e a soma das equações
 8 e 9 representam uma linha que
 se encontra entre CF e FY. Em

seguida, sabendo a representação
 da equação 1 e que a diferença
 entre CH e HY é dada pela soma
 das equações 1 e 8, tem-se:

$$y + k = CH - HY \quad (10)$$

Por fim, como a soma
 das equações 8 e 9 está para a
 linha encontrada na equação 10,
 assim, como d está para e, tem-
 -se:

$$(f+y)/(y+k)=d/e$$

$$fe + ye = dy + dk$$

$$fe - dk = dy - ye$$



$$fe - dk = y(d - e)$$

$$y = (fe - dk)/(d - e) \quad (11)$$

Devido à oval do 3º gênero, encontra-se que y ou MY é representado pela equação 11.

4º passo: ignorando-se conjuntamente as duas quantidades encontradas para AM e MY , encontra-se um valor para a linha inteira AY . Para isso, sabe-se que a soma das equações 2 e 9 devem estar para a proporção entre o ponto e e a diferença de duas linhas que servem para medir as refrações da lente proposta ($d - e$), onde e é a menor das linhas.

$$g + f = (d-e)/e$$

$$ge + fe = d - e$$

$$(ge + fe)/(d - e) = AY \quad (12)$$

Logo, $AY = (ge + fe)/(d - e)$ onde “[...] esse é um teorema muito belo.” (DESCARTES,

2015, p.54).

OUTRAS VISÕES DA BELEZA MATEMÁTICA

Cabe aqui mostrar também algumas ideias contemporâneas sobre a beleza na Matemática. Pode de início parecer que essas ideias nada têm a ver com as visões antiga e renascentista de Platão e Descartes. Porém, lançando-se um olhar mais cuidadoso sobre este assunto, percebe-se que não é bem assim.

Douglas R. Hofstadter, em seu livro *Gödel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid*, de 1999, faz um breve questionamento sobre o que é a beleza no melhor estilo socrático. Ele afirma que: “[...] não é uma propriedade sintática.” (1999, p.583) e questiona se seria uma propriedade semântica ou artística. Seus questionamentos continuam e, na



sequência, Hofstadter envolve o tempo. Ele indaga se a mudança de gosto se dá devido a essa variável e exemplifica:

Vamos, nesse momento, considerar uma única perspectiva (ou um único espectador). Todos tiveram a experiência de achar algo bonito em um momento, maçante em outro - e provavelmente intermediário em outras circunstâncias. Então, a beleza é um atributo que varia no tempo? Pode-se mudar o curso das coisas e dizer que é o espectador que variou no tempo. Dado um espectador particular de uma pintura particular em determinado momento, é razoável afirmar que a beleza é uma qualidade que está definitivamente presente ou ausente? Ou ainda há algo mal definido

e intangível sobre isso? (HOFSTADTER, 1999, p.583).

Assim sendo, como Kant, Hofstadter parece concluir que o juízo de gosto leva a indeterminação e isso parece valer também para a beleza na Matemática.

Já Terence Tao, em seu artigo “What is good mathematics?”, de 2007, discorre sobre o que seria uma boa matemática de maneira formal e destaca a importância do matemático de se preocupar com essa beleza, tornando-a mais expressiva. Para tal, o autor enumera vinte regras, no mínimo, entre as quais destacam-se:

(iv) Boa visão matemática (por exemplo, uma grande simplificação conceitual ou a realização de um princípio unificador,



heurística, analogia ou tema) [...]

(xiii) Bela matemática (por exemplo, as incríveis identidades de Ramanujan, resultados que são fáceis (e bonitos) para indicar, mas não para provar) [...]

(xiv) Matemática elegante (por exemplo, o conceito de “provas do livro” de Paul Erdős, alcançando um resultado difícil com um mínimo de esforço);

(xv) Matemática criativa (por exemplo, técnica, ponto de vista ou espécie de resultado radicalmente novo e original);

(xvi) Matemática útil (por exemplo, um lema ou método que será usado repetidamente no trabalho futuro sobre o assunto);

(xvii) Matemática forte (por exemplo,

um resultado acentuado que corresponde aos contraexemplos conhecidos, ou um resultado que deduz uma conclusão inesperadamente forte de uma hipótese aparentemente fraca);

(xix) Matemática profunda (por exemplo, um resultado que é obviamente não trivial, por exemplo, capturando um fenômeno sutil além do alcance de ferramentas mais elementares);

(xx) Matemática intuitiva (por exemplo, um argumento natural e facilmente visualizável);

CONCLUSÃO

Corroborando a ideia de Ghys (2015), para o senso comum parece contraditório falar de beleza matemática, pois, geralmente, a ideia é que a Matemática irá



trazer somente aquelas fórmulas feias e complicadas, à memória delas. Por certo é que, a imagem pública de um matemático nem se compara à positividade impressa pela imagem de um artista. O matemático normalmente é descrito como um ser frio e calculista, para não dizer um robô.

Apesar disso, entre os matemáticos, existe um conceito estético que eles não se esquecem quando descrevem um teorema complexo, uma prova requintada, entre outras belas expressões matemáticas. Além disso, sabe-se que o material de trabalho de um matemático são suas ideias. Por esse motivo, a arte de um matemático pode ser tão bela quanto a de um pintor ou de um escritor. Para tal, as ideias do matemático, sobre as quais sua arte se apoia, devem se entrelaçar com harmonia e sintonia, assim como as cores e palavras dos demais tipos

de artistas. Sem esses fatores, sem essa beleza, a Matemática não pode persistir.

De acordo com Hardy (2000), é fato que o conceito de beleza é relativo, ou pelo menos, difícil de definir em qualquer contexto. Entretanto, não é necessário ser um expert em literatura para reconhecer um bom romance quando o lemos. O mesmo ocorre para a beleza matemática. Qualquer indivíduo, com certa instrução, provavelmente ficará encantado com a formosura da arte matemática. Nas palavras do professor Hogben, “Há, com certeza, indivíduos para quem a Matemática exerce uma atração friamente impessoal... o apelo estético da Matemática de fato existe para uns poucos escolhidos” (HOGBEN apud HARDY, 2000, p.81). Com essa afirmação, o professor reconhece a importância da estética da Matemática,



apesar de buscar minimizá-la.

Indo ainda mais longe, não é nada absurdo supor que a Matemática é um objeto de interesse para uma fração da população bem maior do que os que se interessam pela música, apesar de que, intuitivamente, isso não pareça ser verdade. A justificativa é que a maioria das pessoas afirmam, de forma exagerada, não terem conhecimento matemático e isso as deixa atentas quando essa matéria é mencionada. Da mesma forma, a grande maioria das pessoas também consegue apreciar uma boa melodia, já que a música consegue incitar as emoções das massas. Assim sendo, não ser um especialista no ramo musical é considerado uma pequena imperfeição, que não incomoda tanto, mas quando falamos da Matemática, a coisa parece ser diferente.

Nesse contexto, surge a

beleza do teorema de Descartes.

Ao demonstrar o teorema para uma determinada lente, Descartes aplica o seguinte método: divide esta lente em duas ovas e chega a uma relação na qual mostra que o foco dessa lente se equivale a uma unidade. Para tal, ele faz uso de relações trigonométricas simples e utiliza o mesmo método para essas duas ovas. É aí que está a beleza do teorema, visto que o filósofo demonstra que independentemente da forma, da curvatura ou do grau da equação que descreva essa lente sempre haverá uma relação que será equivalente a uma unidade. Essa unidade a qual Descartes se refere é a idêntica a magnitude que aparece no Livro V dos Elementos de Euclides, definida como: “Uma magnitude é uma parte de uma magnitude, a menor da maior, quando meça exatamente a maior.” (EUCLIDES,



2009, p.205). Assim, uma unidade não é igual ao número um e sim a uma quantidade mínima qualquer que serve de parâmetro para as demais quantidades. Diante disso, pode-se dizer que a beleza do teorema está no fato da lente sempre ter o foco igual a uma unidade. Na verdade, percebe-se que a beleza do teorema de Descartes não consistiu apenas nesse resultado, mas também no método descrito por Descartes até esse resultado. Por esses motivos, não só os conceitos matemáticos devem ser transmitidos às futuras gerações. Esses conceitos devem carregar em si, igualmente, sua beleza.

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, N. Dicionário de Filosofia. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

BENEDETTI, L. A. A Beleza da Matemática I. Reflexões Sobre o Curso de Matemática. FAMAT em Revista. Revista Científica Eletrônica da Faculdade de Matemática – FAMAT. UFU. Número 09 - Outubro de 2007. Disponível em <www.famat.ufu.br>. Último Acesso: 14 de maio de 2017.

DESCARTES, R. A Geometria. Tradução, Introdução e Comentários de Raquel Anna Sapunaru. São Paulo: Editora da Física, 2015.

EVES, H. Introdução à história da matemática. Domingues. Campinas: Unicamp, 2004.

GHYS, E. A beleza da matemática. Universidade de Lyon. <<http://www.ens-lyon.fr/>>. Disponível em <<http://perso.ens-lyon.fr/ghys/articles/belezapalestra.pdf>>. Último Acesso: 14 de maio



de 2017.

HARDY, G. H. Em defesa de um matemático. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

HOFSTADTER, D. R. Godel, Escher and Bach: An eternal golden braid. New York: Basic Books, 1999.

IMAGUIRE, G. O Platonismo de Russell na metafísica e na Matemática. *Kriterion: Revista de Filosofia*, v. 46, n. 111, p. 9-28, 2005.

PLATÃO. *Hípias Maior*. Tradução de Carlos Alberto Nunes. Belém: Editora Universidade Federal do Pará, 1980.

TAO, T. What is good mathematics? *Bulletin of the American Mathematical Society*, v. 44, n. 4, p. 623-634, 2007.

VALE, L. F. A Estética e a Questão do Belo nas Inquietações Humanas. *Revista Espaço Acadêmico*, n. 46-março de 2005, mensal, ano IV. Disponível em: <<http://www.espacoacademico.com.br/046/46cvale.htm>>. Último Acesso: 18 de agosto de 2017.



ASPECTOS TERMODINÂMICOS DA IDEALIDADE DOS GASES

THERMODYNAMIC ASPECTS OF GASES IDEALI- TY

Paulo Victor Ferreira da Silva¹

Orivaldo da Silva Lacerda Júnior²

Resumo: Este trabalho trata-se de uma abordagem termodinâmica da idealidade dos gases de uma maneira sistemática e organizada. São apresentados aspectos importantes em relação à compreensão do comportamento dos gases e de suas propriedades, como as propriedades do estado físico da matéria, no qual o gás se encontra no estado mais simples de acordo com a disposição de suas moléculas. Foram ressaltados tópicos que levaram os cientistas a chegarem aos conhecimentos disponíveis atualmente, por meio de resultados experimentais por eles observados, resultando assim em leis empíricas que ajudaram a compreender o comportamento dos gases em diversas situações, como nos casos de variações de temperatura e pressão. Tais leis, que combinadas proporcionalmente resultaram em uma equação matemática chamada equação do gás ideal ou perfeito, lei que obedece rigorosamente às relações matemáticas empíricas formuladas e que é

1 Licenciatura plena em Química da Faculdade de Educação de Crateús, da Universidade Estadual do Ceará

2 Universidade Estadual do Ceará



o ponto de partida para a dedução do que realmente se trata do gás ideal ou perfeito. O modelo de gás citado é a base da teoria cinética dos gases, teoria esta que tem um aprofundamento teórico bem elaborado para explicar o comportamento de um gás ideal. Também é exposta neste trabalho a definição de gases reais que apresentam comportamento diferente dos gases ideais devido às interações que podem ocorrer entre suas moléculas. Para um melhor entendimento dos gases reais foram explicadas maneiras de como estudar as forças intermoleculares existentes nestes gases como o fator de compressibilidade e a equação de Van der Waals. São abordadas, ainda, as transformações ocorridas no estado gasoso, como a liquefação. O presente trabalho foi feito com base nas pesquisas bibliográficas a fim de se ter um conhecimento

propício sobre o estudo dos gases do ponto de vista termodinâmico, visando estabelecer as definições necessárias do estudo das fases da matéria.

Palavras-chave: Idealidade. Gases. Interações moleculares. e Propriedades.

Abstract: This work deals with a thermodynamic approach to the ideality of gases in a systematic and organized way. Important aspects are presented regarding the understanding of the behavior of gases and their properties, such as the properties of the physical state of matter, in which the gas is in the simplest state according to the arrangement of its molecules. It was highlighted the topics that led the scientists to arrive at the knowledge currently available, through experimental results observed by them, resulting



in empirical laws that helped to understand the behavior of the gases in diverse situations, as in the cases of variations of temperature and pressure. These laws, which combined proportionately, resulted in a mathematical equation called the perfect or ideal gas equation, a law that strictly follows the formulated empirical mathematical relations and which is the starting point for the deduction of what is really the ideal or perfect gas. The gas model quoted is the basis of the kinetic theory of gases, which theory has a well-developed theoretical understanding to explain the behavior of an ideal gas. Also exposed in this work is the definition of real gases that present different behavior of the ideal gases due to the interactions that can occur between their molecules. For a better understanding of the real gases we explained

ways of studying the intermolecular forces in these gases, such as the compressibility factor and the Van der Waals equation. Also, the transformations occurring in the gaseous state, such as liquefaction, are discussed. The present work was done on the basis of bibliographical research in order to have a favorable knowledge about the study of gases from the thermodynamic point of view, aiming to establish the necessary definitions of the study of the phases of matter.

Keywords: Ideality. Gases. Molecular Interactions. and Properties.

INTRODUÇÃO

Entende-se que a termodinâmica é o ramo da física que estuda as relações de troca entre o calor e o trabalho realizado na



transformação de um sistema físico, quando esse interage com o meio externo. Ou seja, o seu estado acontece por meio da variação da temperatura, da pressão e do volume que interfere nos sistemas físicos. As pesquisas e os estudos voltados para o conhecimento da termodinâmica surgiram da necessidade em se criar máquinas e de aumentar a eficiência destas ainda no século XIX, os equipamentos a vapor caracterizavam o progresso, a expansão do sistema capitalista e o desenvolvimento econômico da sociedade da época.

Os estudos referentes aos gases são de imensa necessidade para a termodinâmica, bem como para o nosso universo concreto, a partir do seu entendimento e compreensão é possível apreender com maior clareza e conhecimento as “propriedades energéticas da matéria”. O estu-

do sobre os gases impulsionou o desenvolvimento tecnológico e econômico de nossa sociedade, temos como exemplo a revolução industrial que é o resultado dos estudos científicos em que a teoria e a prática foram parceiras e coautoras dessa grandeza de conhecimento e saber.

Conforme a concepção de alguns estudiosos é cabível asseverar que: Essas leis estudadas por meio da termodinâmica trazem conceitos e aplicações ao estudo dos gases, conceitos como os do primeiro princípio da termodinâmica, no qual tem aplicações práticas em três transformações particulares de um gás perfeito ou ideal, gás este que obedece às leis de Boyle, Charles e Gay Lussac. Estas transformações são denominadas isotérmicas, isovolumétricas e adiabáticas. O estudo sobre o comportamento dos gases nos



mostra que eles possuem propriedades físicas bastantes similares, como sua alta capacidade de compressão e expansão, e seu volume indefinido, ou seja, ocupa todo o volume do reservatório que o contém. (CASTELLAN.G, 2011.)

O estudo dos gases exerce grande importância no ponto de vista teórico e prático. Segundo o ponto de vista teórico os gases foram muito importantes para a compreensão das reações químicas. Do ponto de vista prático em especial atualmente, exerce grande importância em relação aos danos ambientais originados da liberação e gases combustíveis na atmosfera, como por exemplo, o gás natural que é um ótimo combustível e considerado mais limpo que o carvão ou o petróleo. Feltre, (2004).

A termodinâmica está presente quando se trata em ca-

lor e trabalho, características essas presentes no desempenho de gás e em outras propriedades físico química que os mesmos exercem. Este trabalho tem como objetivo estabelecer uma relação à cerca do estudo dos gases junto à termodinâmica, e suas definições para um conhecimento profundo e claro dos estados físicos da matéria e suas transformações através de revisões bibliografias. Ainda baseado nas ideias de Feltre (2004), podemos entender que: Tais informações são de suma importância para a compreensão do que de fato é um gás. Também conhecimentos sobre seu comportamento em diversas condições como variações de temperatura e pressão, suas propriedades e interações, em especial o entendimento do gás ideal.

DESENVOLVIMENTO



A termodinâmica, do grego significa *therme* (calor) + *dynamis* (movimento), somente se organizou como área do conhecimento humano, a partir do século XVII com os trabalhos experimentais do químico e físico irlandês Robert Boyle, evidenciando as relações macroscópicas existentes entre temperatura, volume e pressão nas substâncias gasosas. As leis deduzidas a partir destes experimentos explicam o comportamento de sistemas físicos macroscópicos, independentes, em grande parte, de quaisquer hipóteses referentes à natureza microscópica da matéria (PÁDUA et al, 2008).

Conforme afirma Pádua (2009), “O calor e a sua capacidade de realizar trabalho são evidenciados na máquina a vapor desenvolvida por Watt no século XVIII, no entanto essa relação

calor/trabalho mecânico somente foi estabelecida no século seguinte quando o calor passou a ser considerado como uma forma de energia, ao lado da energia cinética e da energia potencial, já conhecidas pela Mecânica. Coube a Joule, em 1845, determinar o equivalente mecânico do calor”.

Ao final do século XVIII, calor e trabalho mecânico passaram a ser definidos nos sistemas termodinâmicos, gerando outros conceitos tais como: energia interna, entropia, entalpia e energia livre. Mas até se chegar ao estabelecimento dessas grandezas, muito se fez do século XVII até o início do século XX para que essas grandezas e/ou funções de estado fossem efetivamente caracterizadas dentro de uma definição ou conceito.

Em função do seu caráter macroscópico, era fácil se fazer medições de pressão, volume



e temperatura em um laboratório, o que levou a Termodinâmica a um rápido desenvolvimento, com o estabelecimento de suas leis fundamentais.

Sabe-se que, tanto ao aumentar a fração de um componente de uma mistura gasosa quanto ao aumentar a pressão total da mistura, aumenta-se a pressão parcial do componente. Portanto, se for desejado remover o máximo de um componente de uma mistura gasosa, deve-se procurar operar com pressões maiores.

É desnecessário acrescentar que algo que qualquer corpo ou sistema de corpos isolados possa continuar a fornecer sem limitações não poderá ser provavelmente uma substância material; e a mim, me parece extremamente difícil, se não assaz impossível, formar qualquer ideia distinta de algo capaz de ser

excitado e transmitido do modo como o calor o era nessas experiências exceto se for o movimento. (ROCHA, 2002, p.149).

Materiais e Métodos

No estudo em curso o método de abordagem utilizado foi predominantemente qualitativo, a pesquisa classifica-se, quanto aos fins, como descritiva e, quanto aos meios, como bibliográfica. A revisão de literatura buscou por trabalhos que tratassem diretamente de aproveitamento de resíduos orgânicos.

Estabeleceu-se uma limitação temporal, analisados trabalhos dos últimos dez anos, os quais tiveram prioridade quanto ao objetivo da aplicação do resíduo orgânico no desenvolvimento de novos produtos, substituição parcial do resíduo em novos produtos, e desenvolvimento de



novas tecnologias.

Resultados e Discussões Propriedades Gerais dos Gases

Um gás pode ser definido como um conjunto de átomos ou moléculas em constante movimento desordenado, esse movimento se intensifica com o aumento da temperatura. (ATKINS E DE PAULA, 2012). Durante este movimento as moléculas chocam-se elasticamente. Castellan (2011).

Segundo Chang (2013), as propriedades gerais de um gás são:

- Os gases tomam o volume e a forma dos recipientes que os contém;
- O estado gasoso é o mais compressível dos estados da matéria;
- Dois ou mais gases contidos no mesmo recipiente

misturam-se completamente e de um modo homogêneo;

- Os gases têm densidades muito mais baixas do que os líquidos e os sólidos.

Um gás com as características citadas pode ser chamado de gás ideal. Para que um gás possa ser denominado como ideal, devem estar sob baixas pressões e altas temperaturas. Os gases considerados ideais ou perfeitos obedecem precisamente às leis de Boyle, Charles e Gay-lussac. Este é o ponto de partida para a compreensão das propriedades da matéria.

Propriedades do Estado Físico da Matéria

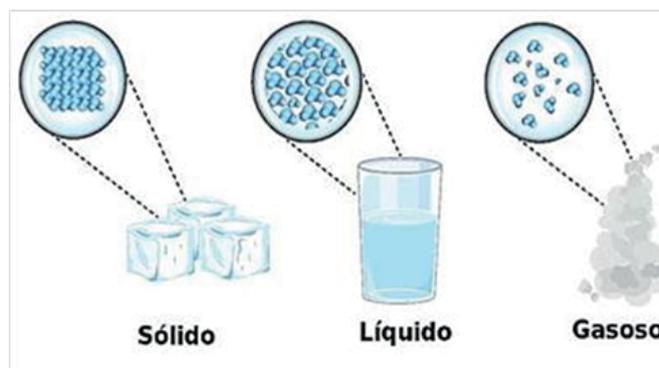
Entre os três estados de agregação das moléculas (sólido, líquido e gasoso), o gasoso é



o estado no qual se encontra na forma mais simples, pois de acordo com a disposição de suas moléculas, ou seja, muito separadas da outras permite que este ocupe todo o recipiente que as contenha. As propriedades da matéria

podem ser determinadas por diferentes variáveis. Cada condição da matéria determinada por uma combinação de um conjunto específico de suas propriedades é chamado de estado físico.

Figura 01- Propriedades dos estados físicos da matéria.



Fonte: <<http://www.infoescola.com/quimica/estados-fisicos-da-materia/>> Acesso: 03/10/2016

No caso dos gases, os estados físicos são determinados pela proximidade da partícula que a constitui, nas quais de acordo com as condições de temperatura e pressão submetidas a estas, podem definir o seu estado físico, que pode ser sólido, líquido e gasoso. O gás, sendo o estado de agregação mais simples,

possui seus estados físicos determinados apenas por três variáveis. Segundo Atkins e de Paula (2011), estas variáveis são:

Pressão (p): É uma grandeza física equivalente à razão entre a F (força) e a A (área).

No caso dos gases, isto corresponde à força exercida por uma quantidade de moléculas

sob uma determinada superfície.

$$p = F/A \quad (1)$$

É correto dizer que a pressão de um gás corresponde à força com que as moléculas se chocam contra as paredes do recipiente que as contém. Quanto maior a força desses choques, maior a pressão exercida pelo gás no sistema.

Volume (V): É o espaço tridimensional ocupado pelas moléculas do gás nesse corpo. No caso dos gases ditos ideais, o volume do gás é sempre o volume do próprio recipiente que o contém.

Temperatura (T): É uma medida do grau de agitação térmica das moléculas. Maiores temperaturas provocam maior nível de agitação molecular, o que faz com que a energia cinética das moléculas aumente. Assim,

a temperatura tem relação direta com a energia cinética das moléculas.

O estado de uma amostra de um gás pode ser definido pelas seguintes características: As grandezas citadas não são independentes entre si, isto é explicado pelo fato das substâncias respeitarem a equação e estado. Mas falta explicitar ainda uma. Estas grandezas citadas anteriormente são extensivas, ou seja, dependem da quantidade de matéria. Logo, em qualquer análise dos estados físicos de um gás precisamos considerar a quantidade de matéria presente no sistema, razão pela qual o número de mols (n) de gás também pode ser considerada uma variável de estado físico, não por si só, mas por afetar diretamente as variáveis p, T e V. (ATKINS, 2011.) Assim, pode-se dizer os estados físicos de um gás são uma função



direta destas variáveis, ou seja:

mentais dos cientistas.

Estado físico gasoso = $f(p, T, V, n)$ (2)

Lei de Boyle

A equação descrita demonstra também que possível relacionar umas variáveis com as outras, pois as mesmas não são independentes. Assim, pode estabelecer, por exemplo:

Robert Boyle através de um experimento realizado em um tubo fechado em forma de U introduziu certa quantidade de ar na cavidade fechada e preencheu com mercúrio (BROWN.T.L, 2005).

$$p = f(T, V, n) \text{ (3)}$$

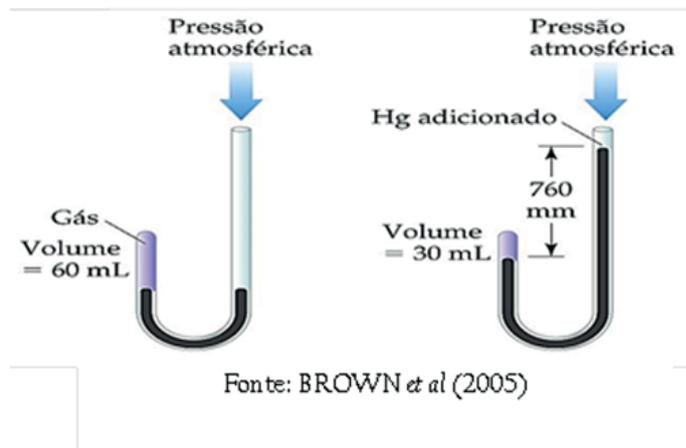
Que se as variáveis que T, V e n forem conhecidas é possível descobrir a pressão na qual a substância se encontra. Veremos a seguir como estas variáveis podem ser relacionadas entre si.

LEIS EMPÍRICAS PARA GASES

As leis que seguem são resultado e observações experi-



Figura 2 – Verificação experimental da lei de Boyle.



No experimento ilustrado acima, a pressão no tubo fechado é igual à pressão atmosférica mais a pressão exercida pela coluna de mercúrio (altura h). Com este experimento Boyle observou que para se fazer determinações significativas da relação entre pressão e volume, a temperatura deveria permanecer constante durante o experimento. (BROWN.T.L, 2005)

Com este experimento Boyle verificou uma proporcionalidade inversa entre as variáveis pressão e volume, de modo

que o produto entre elas seria uma constante. Tal experimento realizado por Boyle foi uma das primeiras observações da ciência que se desenvolvia até então, que é a Química. Brown. T.L (2005). A equação que segue calcula os valores dos gases em função de sua pressão:

$$P.V = k \quad (4) \quad P_1.V_1 = P_2.V_2 \quad (5).$$

Lei de Charles

Esta lei prova experimentalmente a dependência do



volume em relação à temperatura de um gás, isto em uma determinada pressão. Com esta lei verifica-se que o volume aumenta com a elevação da temperatura. Diante disso a temperatura e o volume são grandezas diretamente proporcionais e, portanto, a razão entre elas é uma constante. Brown.T.L (2005).

$$V/T = k \quad (6) \quad V_1/T_1 = V_2/T_2 \quad (7)$$

As transformações onde a pressão é mantida constante são chamadas isobáricas.

Lei de Gay-Lussac

Também conhecida como lei volumétrica, à lei de Gay-Lussac pode ser enunciada da seguinte maneira: Nas mesmas condições de temperatura e pressão, os volumes dos gases

de uma reação formam uma proporção constante, isto é, formam uma relação fixa de números inteiros e pequenos. (CHANG, R.; GOLDSBY, K. A 2013). Essa lei é expressa matematicamente da seguinte forma: $p/T = k$ (8) $p_1/T_1 = p_2/T_2$ (9).

Estas três primeiras leis citadas foram obtidas para o número de mols constante ($n = \text{constante}$). Ao se analisar a variação de uma grandeza com outra, deve-se manter as demais constantes. (CHANG,R.; GOLDSBY, K. A, 2013).

Gás Ideal ou Gás Perfeito

Todos os estudos experimentais que levaram ao desenvolvimento das leis empíricas dos gases mostravam leves desvios das relações matemáticas encontradas. Na verdade, as relações matemáticas formuladas são



aproximações para o comportamento do gás. Este é o ponto de partida para a conclusão do que de fato é o gás ideal ou perfeito. (ATKINS 2011).

DEFINIÇÃO COM BASE NAS EQUAÇÕES DE ESTADOS

A primeira e mais simples forma de definir um gás ideal é simplesmente dizendo que é aquele que obedece rigorosamente às relações matemáticas empíricas formuladas. (ATKINS 2011).

Pode-se deduzir expressão mais geral para o gás ideal a partir das relações empíricas mostradas anteriormente, para isto, reunimos as relações estabelecidas para o volume (a variável que mais foi considerada nas leis empíricas) numa única expressão matemática. (ATKINS 2011).

Pela lei de Boyle: p

$\propto 1/V$ (i) (a T, n constantes)

Pela lei de Charles: V

$\propto T$ (ii) (a P, n constantes)

Já pela hipótese de Avogadro: $V \propto n$ (iii) (a T, P constantes)

Através da combinação das relações de proporcionalidade (i), (ii) e (iii) temos: $V \propto nT/p$ (iv)

Reescrevendo a proporcionalidade citada como uma igualdade obtemos finalmente: $V = k nT/p$ (11)

Onde k é uma constante de proporcionalidade mais conhecida como constante universal do gás ideal, simbolizada por R . (RUSSEL, 1994).

A importância crucial desta constante será discutida mais adiante. A equação (11), portanto, se torna: $V = R nT/p$ (12)

Sendo sua forma clássica mais conhecida $P V = n R T$ (13)



A equação (12) é conhecida como equação do gás ideal ou perfeito.

Assim, por meio desta definição, pode-se afirmar que o gás ideal ou perfeito é aquele que obedece rigorosamente a equação de estado do gás ideal. A esta altura já está ficando claro que o gás ideal ou perfeito é uma aproximação do gás realmente existente na natureza. Isso é verdade. (ATKINS 2011).

Segundo Atkins (2011), a equação de estado do gás perfeito recebe este nome por ser uma idealização das equações de estado a que os gases obedecem na realidade. Ou seja, os gases que realmente existem na natureza, os gases reais, obedecem à equação de estado ideal apenas aproximadamente.

Como então, podemos justificar que um gás obedeça ou não a equação do estado ideal?

Isto será visto quando tratarmos das próximas definições. Mas antes, precisamos abordar a teoria cinética dos gases, que é diretamente derivada do gás ideal. (ATKINS 2011).

Teoria Cinética dos Gases

O modelo do gás ideal é a base da teoria cinética dos gases, que lança mão de um aprofundamento teórico maior para explicar o comportamento de um gás ideal. Esta teoria afirma (CHANG, 2013):

i- Um gás é constituído por moléculas separadas por distâncias muito maiores do que as dimensões das próprias moléculas. Ou seja, as moléculas são pontuais tendo suas dimensões desprezíveis;

ii- As moléculas de um gás estão em movimento caótico e constante, havendo coli-



sões elásticas a todo instante;

iii- Não há forças de interações intermoleculares entre as moléculas de um gás.

iv- A energia cinética das moléculas é proporcional à temperatura do gás (na escala Kelvin).

O modelo e gás mencionado acima é apenas uma aproximação do que o gás realmente é. (CASTELLAN, 2011)

A hipótese das moléculas não interagirem, a não ser quando colidem, implica que sua energia potencial é independente da distância entre elas e pode ser considerada zero. Sua energia total é a soma das energias cinéticas. Quanto maior for a sua energia cinética, maior a energia total do gás. (ATKINS, 2011).

A energia total das moléculas é a energia mecânica: $E = E_c + E_p$ (14)

Ou seja, a soma da ener-

gia cinética com a energia potencial.

As interações entre as moléculas são uma forma de energia potencial, logo, para não haver interações é preciso não haver energia potencial.

Assim, a equação de estado é válida se a energia potencial tender a zero ($E_p = 0$). No caso, a energia total do sistema fica sendo apenas a energia cinética das moléculas. (ATKINS E DE PAULA, 2011).

Isto pode ser alcançado aumentando a temperatura do sistema, resultando assim no alto grau de agitação térmica das moléculas, fazendo com que a energia cinética das moléculas aumente. Com isto conclui-se que a temperatura tem relação direta com a energia cinética das moléculas. (ATKINS E DE PAULA, 2011).

Além das hipóteses cita-

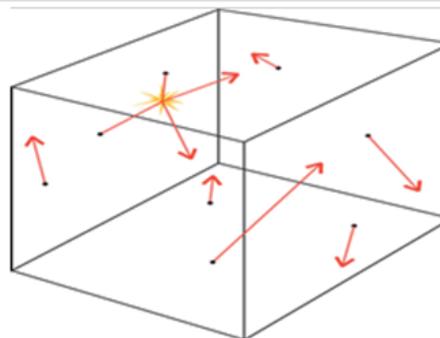


das é estabelecido que em qualquer colisão a energia cinética total é a mesma antes e depois da colisão. Esta colisão é chamada de colisão elástica. As partículas de um gás movem-se em todas as direções com diversas velocidades, gerando uma distribuição de energia cinética, de modo que quanto maior for a temperatura do sistema, maior a velocidade com que as moléculas se movem. (ATKINS E DE PAULA, 2011). No entanto, para uma mesma temperatura (isoterma) nem todas as moléculas se movem com

a mesma velocidade, como mostra figura 03 abaixo.

Se este movimento for ordenado tal condição não irá se manter, pois qualquer irregularidade, como o choque das moléculas do gás nas paredes de um recipiente, tiraria alguma partícula de sua trajetória, desencadeando assim o mesmo para outras partículas contidas no recipiente resultando assim no movimento caótico entre as moléculas do gás. (ATKINS E DE PAULA, 2011).

Figura 03 : Comportamento das moléculas de um gás segundo a teoria cinética dos gases



Fonte: ATKINS, JONES (2010)

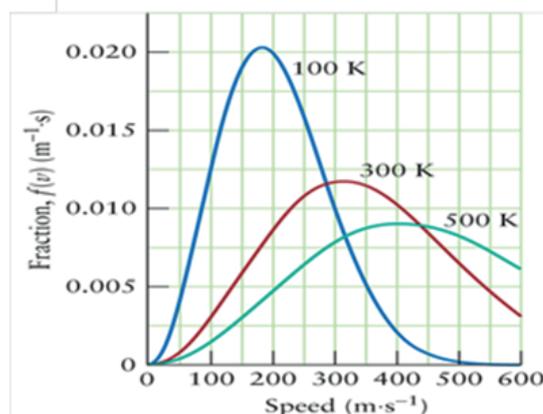
Definição com Base na Energia Cinética das Moléculas de Gás

A segunda definição que será dada leva em conta um aspecto mais energético das moléculas e explica os desvios da equação de estado. Como sabemos, o gás ideal ou perfeito obedece precisamente às leis de Boyle, Charles, Gay-Lussac e a hipótese de Avogadro.

Os gases ideais ou perfeitos existem somente na teoria,

pois, sabe-se que para que estas equações sejam válidas é preciso que não haja interação entre as moléculas desses gases. Isto implica em duas consequências básicas. Primeiro, que não deve haver energia potencial (E_p) considerável entre as moléculas de um gás e, segundo, que o volume ocupado pelas próprias moléculas deve ser desprezível frente ao volume ocupado pelo gás no recipiente (ATKINS E DE PAULA, 2011). Vejamos cada caso.

Figura 04: Distribuição da velocidade das moléculas em função da temperatura.

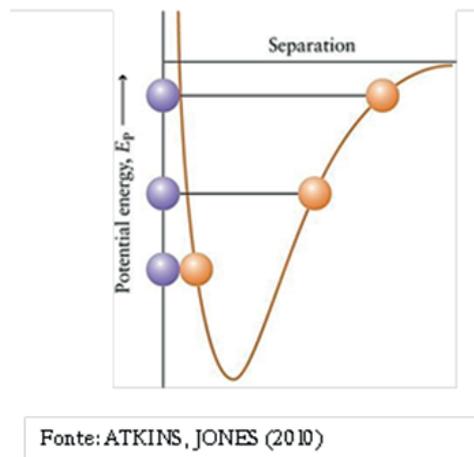


Fonte: ATKINS, JONES (2010).



No caso da energia cinética, sempre haverá interações entre as moléculas, e esta interação depende diretamente da distância entre as moléculas, como mostra a figura a seguir:

Figura 05: Energia potencial das moléculas de um gás em função da separação intermolecular.



Durante a aproximação das moléculas acontecem forças de interação entre as mesmas. Estas partículas interagem umas com as outras de modo não muito frequente. (CASTELLAN, 2011). Interações moleculares como as forças de Van der Waals nas quais são forças de atração ou repulsão entre as moléculas atuam comumente nestas situações.

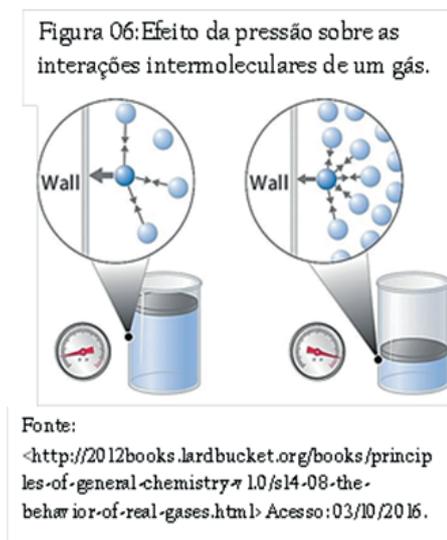
No que diz respeito ao volume das moléculas, a teoria cinética despreza o volume ocupado pelas próprias moléculas, mas isso nem sempre pode ser feito. De um modo geral, somente se houver um número muito reduzido de moléculas isso poderá ser feito, do contrário, o volume das próprias moléculas passa a ser cada vez mais importante.

(FELTRE, 2004).

Na prática o volume ocupado pelas moléculas não é desprezível em altas pressões. Nessa situação as moléculas aproximam-se e as forças intermoleculares de Van der Waals e de London se tornam evidenciadas, em especial a baixas temperaturas quando a movimentação das moléculas diminui. (FELTRE, 2004). Além disso, o gás ideal ou perfeito deve se encontrar em

condições de pureza absoluta, o que dificilmente encontra-se em suas aplicações práticas. (FELTRE, 2004).

Assim, pode-se definir o gás ideal como sendo um gás onde sua energia total corresponde a sua própria energia cinética, possuindo volume molecular desprezível. O gás se aproxima deste comportamento quando submetido à elevadas temperaturas e baixas pressões. (FELTRE, 2004).



Definição com Base na Energia Interna

Uma definição mais precisa de gás ideal, envolve aspectos termodinâmicos. Com base



nas propriedades termodinâmicas da matéria expressa pelas leis termodinâmicas já citadas, é possível definir um gás ideal como um gás que possui as seguintes propriedades: (ATKINS; PAULA, 2012).

Energia interna (U): a energia interna de um gás ideal é uma grandeza que varia apenas em função da temperatura. Ou seja:

$$(\partial U/\partial p)_T = 0 \quad (15)$$

Ou ainda:

$$(\partial U/\partial V)_T = 0 \quad (16)$$

O significado das derivadas anteriores é que a energia interna de um gás não sofre alteração quando um gás ideal sofre transformações que afetam seu volume ou pressão, sendo uma função única da temperatura (ATKINS; DE PAULA, 2012).

Isso se deve ao fato não haver

interações intermoleculares nas moléculas de um gás, fazendo com que a única energia do sistema seja cinética, que é independente da distância entre as moléculas (fator determinado pelo V e P). Assim, o gás ideal é um gás cuja energia interna depende apenas da temperatura do sistema. (ATKINS; PAULA, 2012).

Coefficiente de Joule-Thomson (μ): o coeficiente de Joule-Thomson descreve o comportamento do gás ao sofrer uma expansão ou compressão isoentálpica (entalpia constante) (ATKINS; DE PAULA, 2012).

Isso é verificado experimentalmente por meio do efeito Joule-Thomson quando o gás expande contra uma barreira porosa. De um modo bem simples, o coeficiente de Joule-Thomson (μ) descreve como a temperatura (T) do gás varia em função de sua pressão (p) se a entalpia (H)



for constante. Assim: (ATKINS; PAULA, 2012).

$$\mu = (\partial T / \partial p)_H \quad (17)$$

Para gases ideais pode-se mostrar que o valor de μ é sempre zero, mostrando que numa expansão ($dp < 0$) ou numa compressão ($dp > 0$) a temperatura do gás mantém-se constante, desde que a entalpia (H) do processo seja constante.

Esta definição está intimamente ligada a aspectos da energia interna, uma vez que se o sistema não recebe nem transfere calor (H constante) à energia cinética das moléculas tende a ser a mesma, o que afeta a temperatura do sistema, mesmo que este expanda ou comprima. Como consequência de T constante, U também é constante, mostrando que o gás efetivamente é ideal.

Desvio do Comportamento Ide-

al

Quando as moléculas de um gás estão submetidas a altas pressões, estas são forçadas a aproximar-se, restando assim poucos espaços vazios no gás. O volume ocupado pelas moléculas nestas condições não é desprezado em relação ao volume total ocupado pelo gás, com isto produzem também forças intermoleculares que são significativas. (RUSSEL.J.B. 1994).

Quando as moléculas estão submetidas a altas temperaturas acontece um elevado grau de agitação entre as moléculas. Com isso o intervalo de tempo no qual permanecem próximas umas das outras é relativamente curto e o efeito das forças intermoleculares tende a ser pequeno. (RUSSEL.J.B. 1994).

Em baixas temperaturas as moléculas se movimentam



lentamente e as atrações intermoleculares são significativas. Em temperaturas significativamente baixas as atrações intermoleculares se tornam extremamente fortes para manter as moléculas mais aproximadas e com isso tem-se como resultado a condensação do gás. (RUSSEL.J.B. 1994).

Gases Reais

O gás ideal não existe plenamente, é apenas um modelo idealizado para o comportamento de um gás, que parte da suposição de que as interações moleculares são nulas. Assim, o estudo dos gases evoluiu para a descrição do modelo real do gás. Os gases reais apresentam comportamento diferente dos gases ideais devido às interações intermoleculares e as impurezas em suspensão que alteram a solubi-

lidade e as demais propriedades físicas, distanciando seu comportamento do ideal. (ATKINS; PAULA, 2012). Os gases reais não obedecem exatamente à lei dos gases perfeitos. Os desvios são particularmente importantes nas pressões elevadas e nas temperaturas baixas, especialmente quando o gás está a ponto de se condensar num líquido. (Atkins e de Paula, 2012).

INTERAÇÕES INTERMOLECULARES

Os gases reais apresentam distanciamento em relação aos gases perfeitos devido às interações moleculares. Forças nas quais as moléculas exercem, como as forças repulsivas e as forças atrativas, contribuem para a expansão e a compressão do gás respectivamente. (ATKINS;



PAULA, 2012).

Forças intermoleculares como as atrações e as repulsões entre as moléculas são a fonte de uma energia potencial na qual contribui para a energia total de um gás. As forças atrativas resultam na diminuição da energia total, ou seja, as moléculas ficam mais próximas e com isso fazem uma contribuição negativa à energia potencial. (ATKINS; PAULA, 2012).

As forças repulsivas ao contrário das forças atrativas, realizam uma contribuição positiva em relação a energia total, isto é resultado da aproximação das moléculas. Quando as moléculas estão distantes significativamente, as interações nas quais fazem a energia diminuir são dominantes. Quando as distâncias entre as moléculas são curtas, acontecem as repulsões que fazem a energia aumentar. (ATKINS; PAULA,

2012).

Outro fator importante é que as forças intermoleculares consideram notavelmente que quando a temperatura está em graus consideravelmente baixos, as moléculas se movem com velocidades médias suficientemente pequenas para que uma possa ser capturada por outra. (ATKINS; PAULA, 2012).

As forças intermoleculares classificam-se em:

- Força dipolo-dipolo: Nas quais são forças atrativas que ocorrem entre moléculas polares.

- Ligação de hidrogênio: Que são atrações relativamente fortes. Ocorrem entre átomos de Hidrogênio ligados a Oxigênio, entre átomos eletronegativos como o Flúor ou o Nitrogênio, com átomos de Oxigênio, Nitrogênio ou Flúor de outras moléculas.

- Força de Van der Wa-



als: É a interação mais fraca e ocorre entre moléculas apolares.

Forças repulsivas são perceptíveis quando as moléculas estão mais próximas de entrarem em contato, estas interações são de curto alcance.

Fator de Compressibilidade

Uma maneira de examinar as forças intermoleculares é medir o fator de compressibilidade. Segundo Atkins (2012) o fator de compressibilidade de um gás é a razão entre o volume molar do gás $V_m = V/n$ e o volume molar de um gás perfeito, $V_0 m$, isto em mesmas condições de temperatura e pressão: (ATKINS, 2011).

$$Z = V_m / [V^0]_m \quad (18)$$

Em resumo os desvios de Z em relação a 1 são uma medida de quanto um gás real se afasta do comportamento perfei-

to. (ATKINS, 2011).

No momento em que o fator de compressibilidade é medido para gases reais, observa-se que sua pressão varia. Alguns gases quando submetidos a baixas pressões tem fator de compressibilidade menor que 1, ou seja, seus volumes molares são menores que o de um gás perfeito, insinuando que as moléculas se agrupam rapidamente. Na situação descrita as interações atrativas são dominantes. (ATKINS, 2011).

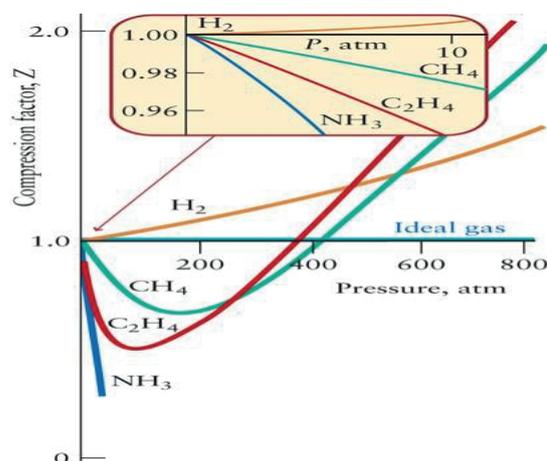
Gases quando submetidos a pressões altas tem fator de compressibilidade maior que 1. O comportamento citado depende da temperatura. Nesta situação observa-se que quando $Z > 1$ o volume molar do gás é maior que o esperado para um gás perfeito em mesmas condições de temperatura e pressão. Nesse caso as interações repulsivas são domi-



nantes. Tais forças tem tendência ao afastamento das moléculas, quando estas em elevadas pres-

sões são forçadas a aproximarem-se. (ATKINS, 2011).

Figura 07: Fator de compressibilidade (Z) de



Fonte: ATKINS, JONES (2010)

Equação de Van Der Waals

A equação de Van der Waals foi proposta em 1873 pelo físico holandês Johannes Van der Waals. A equação de Van der Waals é uma equação válida para todos os gases. Foi obtida utilizando argumentos físicos a respeito do volume das moléculas e dos efeitos das forças entre elas. (ATKINS 2011). Esta equação

tem como vantagem a determinação analítica e a obtenção de algumas conclusões gerais sobre o comportamento dos gases reais.

A referida equação como as interações intermoleculares contribuem para os desvios de um gás em relação a lei do gás perfeito. Uma explicação favorável para isto é que as interações repulsivas entre as moléculas in-



dicam que as mesmas não podem aproximar-se mais do que uma determinada distância. (ATKINS 2011).

Em consequência disto o volume real no qual as moléculas podem se deslocar é reduzido a um valor que depende do número de moléculas presentes e do volume que cada uma delas excluí. (Atkins 2011).

O objetivo das interações atrativas entre as moléculas é reduzir a pressão exercida pelo gás. Esta pressão depende da frequência de colisões e da força destas colisões com as paredes do recipiente no qual o gás está contido. (ATKINS 2011).

A equação que segue é a equação de estado de van der Waals: $p = nRT/(V-bn) - a \cdot ([n/V])^2$ (19)

Liquefação de Gases

A liquefação é a transformação de uma substância do estado gasoso para o estado líquido. A liquefação de um gás pode ser realizada através do resfriamento deste abaixo do seu ponto de ebulição. (Atkins 2012).

O processo de resfriamento de um gás real é chamado de efeito Joule- Thomson. Este processo é feito através da expansão do gás por uma abertura estreita chamada “válvula de pressão”. (Atkins 2012).

“O efeito foi observado e analisado primeiro por James Joule (cujo nome é homenageado na unidade de energia) e William Thomson (que mais tarde se tornou lorde kelven)”. (ATKINS, 2012).

O efeito Joule-Thomson é válido apenas para gases reais nos quais as interações atrativas

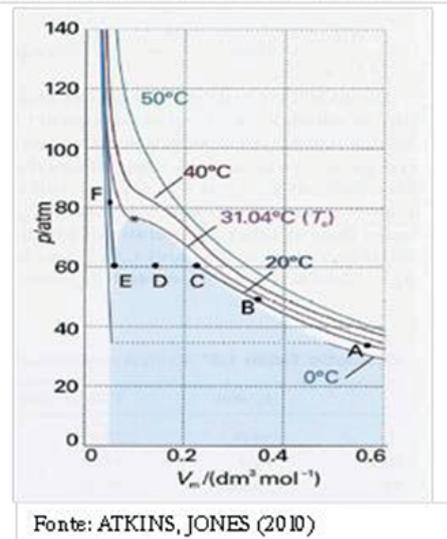


são dominantes, neste caso as forças atrativas realizam o afastamento das moléculas, tornando assim seu deslocamento mais lento. Nas situações em que as interações repulsivas são dominantes este efeito resulta no aquecimento do gás. (ATKINS 2012).

moléculas resultante da expansão do gás a distância entre elas é aumentada. Logo, para acontecer o resfriamento do gás é necessário que aconteça a expansão do mesmo, sem que haja introdução de calor no reservatório nele contido. (ATKINS 2012).

Com o afastamento das

Figura 08: Curvas de liquefação de gases.



Em consequência disso, ao expandir o gás, as moléculas se opõem contra a atração exercida pelas moléculas mais próximas. Com isso, sua velocidade média se reduz resfriando assim o gás. (ATKINS 2012).

Um gás adquire seu estado de liquefação submetido a variações de temperatura e pressão, isto é, com a diminuição da temperatura e o aumento da pressão, as moléculas contidas no gás



aproximam-se e condensam-se.
(ATKINS 2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como se pôde observar, a termodinâmica desde o início procurou estudar os fenômenos existentes como calor e trabalho, como objetivo de aprimoramento da industrialização e da tecnologia. Isto se aplica desde máquinas térmicas primitivas até os dias atuais. Tal aplicação da termodinâmica teve grande contribuição dos estudos dos gases. Os gases se encontram no estado mais simples da matéria de acordo com a disposição de suas moléculas, por isso suas propriedades são de fácil entendimento e a compreensão de seu comportamento, perante as condições como variações de temperatura e pressão são facilmente explicadas.

Através desta pesquisa foi possível compreender de maneira satisfatória o que realmente se trata de um gás e como ele pode ser definido de acordo com a literatura. A concepção de gás que temos atualmente deve-se à experimentação dos cientistas, nos quais desenvolveram teorias como as leis empíricas nas quais contribuíram significativamente para a noção de gás perfeito ou gás ideal. Estas leis empíricas citadas definem o gás ideal ou perfeito com base na equação de estado do gás ideal, ou seja, é dito que para um gás ser ideal ou perfeito, este tem que obedecer rigorosamente a equação de estado do gás ideal.

Com base no exposto foi possível concluir que existem fatores decisivos para o entendimento do gás ideal como o comportamento cinético molecular, que explica adequadamente as



interações moleculares e a consequências das colisões entre as moléculas do gás. Além desses aspectos, a pesquisa também explica o comportamento do gás real e a sua diferença perante o gás ideal, mostrando desvios que o distanciam do gás ideal. Desvios estes que são as forças intermoleculares como, por exemplo, o fator de compressibilidade e a equação de Van der Waals.

REFERÊNCIAS

- ATKINS .P, PAULA.J. Físico-Química Fundamentos. 5ª ed. Editora LTC: Rio de Janeiro, 2011.
- ATKINS .P, PAULA.J. Físico-Química, 8ª ed. Editora LTC: Rio de Janeiro, 2012.
- ATKINS, P.; JONES, L. Principles of chemistry: questioning of life and enviromental. Oxford, 2010.
- PADUA, A. B. de et al. Termodinâmica clássica ou termodinâmica do equilíbrio: aspectos conceituais básicos. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas.
- DE PADUA, A. B. et al. A História da Termodinâmica: uma Ciência Fundamental. Londrina: EDUEL, 2009.
- SANDER, R., “Complication of Henry’s Law Constants for Inorganic and Organic Species of Potential Importance in Environmental”. Air Chemistry Department – Max Planck Institute of Chemistry, 1999.
- BROWN.T.L, et al. Química a Ciência Central, 9ªed. São Paulo: Editora Pearson Prentice Hall, 2005.



CASTELLAN.G. Fundamentos de Fisico-Química 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2011

CHANG,R.; GOLDSBY, K. A. Química, 11ª ed. Porto Alegre: McGraw Hill, 2013 FELTRE.R. Química, 6ª ed. São Paulo: Editora moderna LTDA, 2004

GUIDINI. F. P, MENDES.T. Força de Van der Waals. Mecânica Quântica. Disponível em: <http://www.ifsc.usp.br>. Acesso em: 14 Out. 2018.

MAHAN.B.M, MYERS.R.J. Química um curso universitário, 4ª ed. Editora Edgard Blucher. Ltda: São Paulo, 2014.

MASTERTON, W. L.; HURLEY, C. N.; HETH, E. J. Chemistry principles and reation, 7a. ed, Cengage, Belmont, 2012.

RUSSEL.J.B. Química Geral. 2ª ed. Editora: Pearson Makron Books: São Paulo, 1994.

ROCHA, José Fernando M. Origens e Evolução das ideias da Física. Salvador: EDUFBA, 2002.



A PRÁTICA PEDAGÓGICA DA TENDÊNCIA LIBERAL RENOVADA PROGRESSIVISTA NO ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA

THE PEDAGOGICAL PRACTICE OF THE PROGRESSIVIST RENEWED LIBERAL TREND IN THE TEACHING OF THERMAL PHYSICS

Flávio José de Carvalho Sousa¹

Marcos Rangel de Moura Sousa²

Resumo: O ensino de física é abordado nesse artigo com um dos pontos mais cruciais para o aprendizado, as metodologias e técnicas. Os pontos que levam ao desinteresse dos alunos: matemática dos conteúdos, carência de infraestrutura, carga horária insuficiente. É apresentado a problemática predominante nessa área da educação e métodos ou teorias, propostos por Ausubel

(1980), Libâneo (2006), Lima (2016), Moreira (1982) e Silva (2018) para amenizar esses fatores. O presente trabalho teve como foco de pesquisa adequar qual das tendências pedagógicas é a melhor a ser adotada quando se trata do ensino de física térmica para alunos do Ensino Médio. Com a análise, a Tendência Liberal Renovada Progressivista se mostrou a mais adequada,

1 Graduando em Licenciatura em Física pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí

2 Graduando em Licenciatura em Física pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí



por valorizar a experimentação, o estudo ativo e os conhecimentos prévios, este último defendido por Ausubel na sua Teoria da Aprendizagem, onde o aluno capta a nova informação e aperfeiçoa à sua preexistente. Contudo, a pesquisa abordou os conteúdos importantes para o desenvolvimento do aprendizado na disciplina de física, mesclando os pressupostos pelas práticas pedagógicas estudadas, onde o papel do professor e do aluno foram o foco principal na obtenção meios que facilitem o aprendizado, chegando a verificar que ambas são importantes e devem ser complementares, pois haverá situações em que uma será mais eficiente que as outras.

Palavras-chave: Didática; Física Térmica; Tendência Liberal Renovada Progressivista; Aprendizagem; Pedagogia.

Abstract: The teaching of physics is approached in this article with one of the most crucial points for learning, the methodologies and techniques. The points that lead to students' lack of interest: mathematization of content, lack of infrastructure, insufficient workload. The predominant problem in this area of education and methods or theories are presented, proposed by Ausubel (1980), Libâneo (2006), Lima (2016), Moreira (1982) and Silva (2018) to alleviate these factors. The present work had as research focus to adapt which of the pedagogical trends is the best to be adopted when it comes to the teaching of thermal physics for high school students. With the analysis, the Progressive Renewed Liberal Tendency proved to be the most appropriate, for valuing experimentation, active



study and previous knowledge, the latter defended by Ausubel in his Theory of Learning, where the student captures new information and improves at his own pace. preexisting. However, the research addressed the important contents for the development of learning in the discipline of physics, merging the assumptions by the pedagogical practices studied, where the role of the teacher and the student were the main focus in obtaining means that facilitate learning, coming to verify that both are important and must be complementary, as there will be situations in which one will be more efficient than the others.

Keywords: Didactics; Thermal Physics; Progressivist Renewed Liberal Tendency; Learning; Pedagogy.

INTRODUÇÃO



JOURNAL OF INTERDISCIPLINARY
DEBATES

A grade curricular da formação dos professores de qualquer área é repleta de disciplinas pedagógicas, voltadas para a prática de ensino, onde é possível trabalhar as principais dificuldades e metodologias que os docentes podem enfrentar e utilizar quando estiverem em sala de aula. Porém, a realidade das escolas, muitas vezes, impossibilita a execução dos planos dos professores iniciantes: a pouca carga horária, trabalho sobrecarregado, carência de infraestrutura, resulta em um ensino deficiente que não consegue prender a atenção e ativar o interesse dos alunos.

A Física é uma das disciplinas prejudicadas por esses problemas. Com um ensino que se predomina o tradicional, onde o professor fala, enche o quadro de cálculos e apresenta conceitos numa linguagem que, para muitos educandos, não faz muito

sentido com a realidade onde estão inseridos, os alunos acabam desinteressados pela ciência responsável por grande parte do desenvolvimento tecnológico e que está bastante presente na nossa realidade. “A ciência é mais do que um corpo de conhecimento, é um modo de pensar” (SAGAN, 2006, p. 43).

A matematização dos conteúdos é o fator principal na relação teoria-prática, onde caracteriza essa realidade, na qual os alunos não conseguem acompanhar os assuntos e dar continuidade para trabalhar os problemas propostos. E como a carga horária estabelecida não é suficiente, então se faz necessário inovações pedagógicas para suprir essas necessidades além da sala de aula.

Esta realidade faz com que muitos professores busquem aperfeiçoamento: propostas de

laboratório de baixo custo, materiais que vão além do livro didático, novas metodologias. E com isso, o objetivo dessa pesquisa foi buscar uma relação entre as Tendências Pedagógicas, estudadas na disciplina de Didática durante a graduação em licenciatura em física, e a abordagem dos conceitos introdutórios relacionados à física térmica, com o intuito de definir qual dessas tendências oferecem metodologias mais adequadas para serem adotadas pelos futuros professores ou, os já atuantes.

Por isso, o artigo está organizado da seguinte forma: primeiro, apresenta-se uma breve revisão a respeito dos conceitos analisados, que são os de calor, temperatura e os processos de propagação de calor. Esses conceitos são a base da física térmica, ou seja, os primeiros a serem apresentados quando o educando



entra em contato com esse ramo das ciências exatas no segundo ano do ensino médio. Além disso, calor e temperatura estão inseridos na nossa realidade cotidiana, o que faz com que suas abordagens devam ser significativas e proveitosas para um bom entendimento.

Os tópicos seguintes trazem a metodologia de ensino mais adequada para a abordagem dos conceitos da física térmica escolhidos, relacionando a física com a didática e mostrando o porquê tal metodologia é melhor e em qual tendência pedagógica ela está presente. Com a análise, notou-se que a Tendência Liberal Renovada Progressivista, que nasceu em contraposição à Tendência Tradicional, foi a que mais se adequou ao bom ensino dessa área da física, defendidos pelos trabalhos que serviram de base na construção deste.

O trabalho também foi fundamentado na Teoria Significativa da Aprendizagem de David Ausubel, que defende a valorização dos conhecimentos prévios dos alunos e trata do processo de absorção do conhecimento. Todos os alunos chegam com um conhecimento prévio do que se trata os conceitos da física. De acordo com Moreira:

Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem para as novas ideias e conceitos. (MOREIRA, 1982, p. 4)

CONCEITOS INTRODUTÓRIOS DA FÍSICA TÉRMICA



A física térmica, abordada geralmente no segundo ano do ensino médio, compreende e estuda os fenômenos relacionados ao calor e a temperatura. Estes fenômenos fazem parte da nossa experiência de vida, pois ocorrem diariamente a nossa volta. O conceito de temperatura é o primeiro a ser abordado quando se estuda esse ramo. A temperatura é uma grandeza escalar relacionada a energia cinética dos átomos de uma molécula. Ela

quantifica o quão quente ou frio está um objeto, baseando-se em algum padrão (HEWITT, p. 285, 2015).

Os conteúdos acatados como fundamentais para dar prosseguimento ao estudo de física térmica, estão organizados no quadro abaixo. Dessa maneira, é possível estabelecer uma continuidade nos assuntos posteriores, visto que é importante a aprendizagem dos mesmos.

Quadro 1. Conteúdos fundamentais para o prosseguimento dos assuntos de física térmica

Assunto	Objetivo	Metodologia	Avaliação
Temperatura	Aprofundar e apresentar intuitivamente o conceito científico de temperatura, diferenciando de sensação térmica.	Uso de ilustrações (imagens, gifs e vídeos), manuseio do termómetro e transformações nas escalas termométricas.	Participação dos alunos ao falarem sobre o conceito. Reprodução oral ou por meio de atividades objetivas e subjetivas.



Calor	Transformar o conhecimento prévio de calor, apresentar o de cunho científico e a relação calor-temperatura.	Uso de animações, leitura de materiais, os tipos de transmissão de calor e diálogo com os alunos.	Participação dos alunos, interação durante a aula e averiguação do aprendizado por meio de perguntas formuladas.
Processos de propagação de calor	Apresentar, detalhadamente, os três processos de propagação e buscar nos alunos exemplos cotidianos sobre os três processos.	Uso de vídeos, gifs e experimentos simples e de baixo custo.	Produção dos alunos de experimentos simples, apresentação dos processos e um questionário conceitual.

Fonte: Autores, 2021.

Sabe-se que muitos alunos confundem esses conceitos com sensação térmica, por isso iniciar pela diferenciação destes conceitos é importante. Uma proposta experimental interessante seria a das bacias com água em diferentes temperaturas, por exemplo. Uma com água morna, outra a temperatura ambiente e outra com água fria. Os alunos colocariam as duas mãos, uma na bacia de água quente e outra na de água fria e, depois de um

tempo, colocaria as duas mãos na bacia com água de temperatura ambiente. Com perguntas a respeito, a diferenciação entre sensação térmica, calor e temperatura seria bem mais proveitosa e participativa (NETO; TEIXEIRA, 2020).

O instrumento utilizado para medir a temperatura é o termômetro e o primeiro foi criado por Galileu no ano de 1602. Os medidores de temperatura mais comuns utilizam o mercúrio,



metal líquido que, assim como praticamente todos os materiais, se dilatam quando sofrem um aumento de temperatura. Dessa forma, o mercúrio é colocado num tubo de vidro que possui escala e é por meio da sua expansão que é possível realizar a medida.

Figura 1. Cópia do termoscópio de Galileu



Fonte: A Origem do Termómetro

Em relação às escalas termométricas, existem três que são mais utilizadas. O termômetro Celsius, o mais utilizado no mundo, marca o 0 como a temperatura de fusão da água e o 100 como a temperatura que a água entra em ebulição. A escala é dividida em 100 partes iguais e foi criada pelo astrônomo sueco Anders Celsius. A escala Fahrenheit, utilizada nos Estados Unidos, define 32 e 212 como temperatura de fusão e ebulição da água, respectivamente. Entretanto, a escala mais utilizada entre

os cientistas é o Kelvin, pois ela é calibrada em termos de energia e não de pontos específicos da água. Nessa escala, não existem números negativos e o ponto de fusão do gelo corresponde a +273K. O zero absoluto nessa escala corresponde a -273°C, menor temperatura que um corpo pode atingir.

A temperatura em graus Celsius é definida pela equação (1):

$$T_C = T - 273,15^\circ \quad (1)^1$$

A temperatura em graus Fahrenheit é definida pela equação (2):

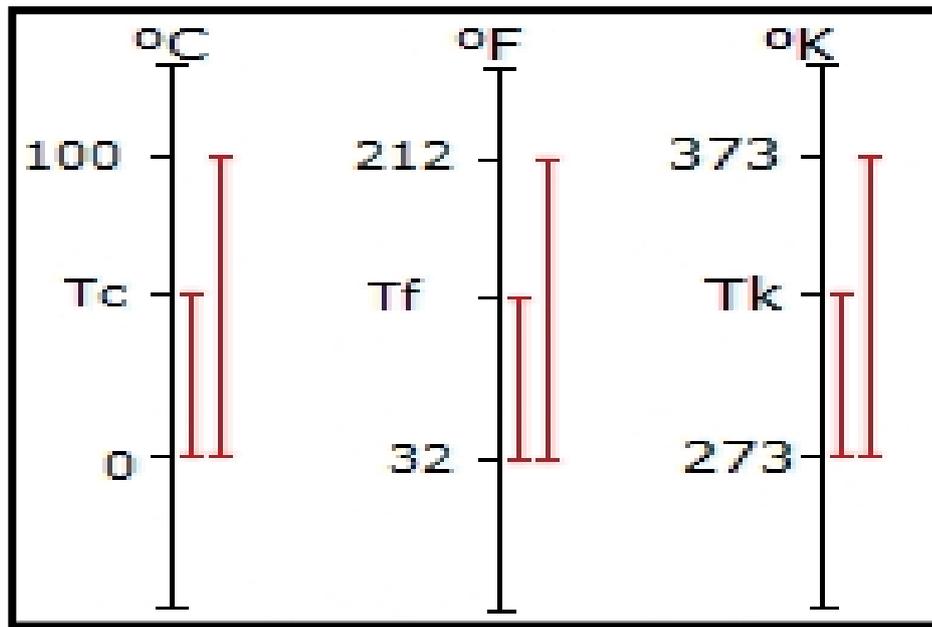
$$T_F = (9/5) * T_C - 32^\circ \quad (2)^2$$

1 T_C é a temperatura em graus Celsius e T é a temperatura em Kelvins

2 Em que T_F é a temperatura em graus Fahrenheit e T_C é a temperatura em graus Celsius

Já para a variação de temperaturas, as equações anteriores podem ser obtidas com o seguinte cálculo, observe a figura 2, e em seguida a equação (3):



Figura 2. Escalas termométricas: Celsius, Fahrenheit e Kelvin

Fonte: InfoEscola

A relação entre a variação das temperaturas pode ser obtida da seguinte maneira:

$$\frac{T_C - \theta_{i_c}}{\Delta T_C} = \frac{T_F - \theta_i}{\Delta T_F} = \frac{T_K - \theta_{i_K}}{\Delta T_K}$$

$$\frac{T_C - 0}{100 - 0} = \frac{T_F - 32}{212 - 32} = \frac{T_K - 273}{373 - 273}$$

$$\frac{T_C}{100} = \frac{T_F - 32}{180} = \frac{T_K - 273}{100}$$

Simplificando, obtemos:



$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} = \frac{T_K - 273}{5} \quad (3)$$

Outro conceito que sustenta o estudo da física térmica é o de calor. Antigamente, calor e temperatura eram vistos como sinônimos e foi o físico inglês Joseph Black quem primeiro fez a distinção entre os conceitos, desenvolvendo a teoria do calórico. Para ele, o calórico era uma espécie de fluido permeável que todos os corpos possuíam. Este fluido era quem passava de um corpo para outro, provocando assim uma mudança de temperatura. Entretanto, experimentos realizados por Rumford mostraram que o calor poderia ser gerado por atrito, e não que já existisse no corpo.

A ideia do calórico deixou de ser usada apenas no fim do século XIX, com os estudos

de Rumford, depois que ele percebeu que um corpo não contém calor. O calor é uma forma de energia em trânsito, ou seja, ela é a energia que passa de um corpo para outro devido a uma diferença de temperatura. E essa passagem acontece do corpo de maior temperatura para o de menor, sempre dessa forma. O que uma substância contém é energia interna, que é a soma de todas as energias existentes nela. Quando essa substância cede ou ganha calor, haverá um aumento ou redução na sua energia interna (HEWITT, p.288, 2015).

Vale destacar também que o fluxo de calor não depende apenas da diferença de temperatura. Um barril com água quente, por exemplo, transfere mais



calor que uma xícara com água na mesma temperatura, por conta que onde tem maior porção de água existe uma maior energia interna.

Como o calor flui espontaneamente de um corpo com maior temperatura para um de menor, esse processo pode ocorrer de três formas básicas: condução, convecção e irradiação. A condução ocorre em sólidos que possuem elétrons livres. Uma colher metálica, por exemplo, é um bom condutor do calor. Se uma extremidade da colher for posta próxima de uma chama, com o passar do tempo, toda colher vai estar aquecida. Ocorre que os:

[...] átomos e elétrons livres colidem com seus vizinhos e assim por diante. O que é mais importante, os elétrons livres, capazes de se mover dentro do metal, são chacoalhados e trans-

ferem energia para o material por meio de colisões com os átomos e outros elétrons livres do mesmo. (HEWITT, p.303, 2015)

Materiais como madeira, borracha, papel possuem os elétrons e átomos mais fortemente ligados, e são ruins condutores de calor. Quando se trata dos fluidos, líquidos e gases, a transferência de calor ocorre principalmente através da convecção. Esse processo acontece por conta dos movimentos desse fluido. Quando colocamos água para ferver, por exemplo, a parte do líquido que está mais próxima da chama aquece e se torna menos densa. Por conta disso, ela se desloca para parte de cima, isso forma as correntes de convecção.

O fluido mais frio e mais denso, então, move-se de



modo a ocupar o lugar do fluido mais quente do fundo. Dessa maneira, as correntes de convecção mantêm o fluido em circulação enquanto ele esquenta – o fluido mais aquecido afastando-se da fonte de calor e o fluido mais frio movendo-se em direção à fonte de calor (HEWITT, p.305, 2015)

A convecção também explica o porquê dos aparelhos de ar-condicionado serem colocados na parte de cima dos ambientes. Como o ar de cima será resfriado primeiro, ele irá ficar mais denso e descer, fazendo com que o ar quente, que estava na parte de baixo, suba. O outro processo de transferência do calor ocorre através da irradiação. Essa transferência se dá pelas ondas eletromagnéticas, pois entre o Sol e a Terra, por exemplo, existe uma grande região de vácuo, onde não ocorre a condução e convecção.

Quando nos aproxi-

mamos de uma chama, também sentimos a sensação de quente a alguns metros de distância. Esse aquecimento que se sente chega até nós por meio da irradiação. Todos os corpos emitem essa energia radiante, a diferença está na frequência com que essas ondas são emitidas. A sensação de quente vem dos corpos que emitem essas ondas com frequências maiores.

Esses são os conceitos da física térmica escolhidos para serem relacionados e analisados quanto a sua melhor abordagem. Nos próximos tópicos, será apresentado as ideias das tendências e da Teoria da Aprendizagem significativa em meio aos conceitos da física abordados neste tópico.

A TENDÊNCIA LIBERAL RENOVADA PROGRESSIS- TA E OS CONCEITOS DA FÍSICA TÉRMICA



De acordo com Libâneo (2006), as tendências pedagógicas estão intrinsecamente relacionadas ao desenvolvimento histórico da Didática, parte da pedagogia relacionada ao processo de ensino. Essas tendências, hoje conhecidas pelo mundo como Pedagogia Tradicional e Pedagogia Renovada, nasceram das ideias pedagógicas de filósofos como Comênio e Rousseau. No Brasil, vários estudos relacionados à didática já foram desenvolvidos. Grande parte dos autores separam as tendências em dois grupos: as de cunho liberal e as progressistas. As tendências de cunho liberal são divididas em três: tradicional, Pedagogia Renovada e tecnicista. A Pedagogia tradicional, a mais antiga, apesar de várias críticas a respeito dela, ainda hoje predomina na educação brasileira. Nela:

A atividade de ensinar é centrada no professor que expõe e interpreta a matéria. Às vezes são utilizados meios como a apresentação de objetos, ilustrações, exemplos, mas o principal é a palavra, a exposição oral. Supõe-se que ouvindo e fazendo exercícios repetitivos, os alunos “gravam” a matéria para depois reproduzi-la, seja através das interrogações do professor, seja através das provas. (LIBÂNEO, 2006, p.64)

Esta prática pedagógica é a mais presente não só no ensino de física, mas de toda grade curricular dos alunos da educação básica e superior, tornando as aulas desvinculadas da realidade dos discentes. Na física, o uso desta metodologia resulta em desinteresse e medo da dis-



ciplina. Muitos atribuem o fato de conseguir realizar os cálculos aos alunos “gênios” e não veem necessidade de se estudar todo aquele conjunto de conteúdo matematizado. Para Sagan (2006, p.363), isso se dá pelo fato de que “os poucos que continuam interessados são difamados como nerds, geeks ou grinds¹.”

A Pedagogia Renovada, ou Didática ativa, nasceu em oposição à prática de ensino tradicional vigente e é baseada em várias correntes, como a teoria educacional de John Dewey, a não-diretiva de Carl Rogers, entre outras. Nesta tendência, o foco deixa de ser o professor para ser o aluno, ou seja, o discente é quem vai produzir o seu próprio conhecimento, e o professor induz, motiva e apresenta

¹ Gírias norte-americanas para designar pessoas chatas, desinteressantes, esquisitas e, nesse caso, estudantes muito aplicados.

situações-problemas, visando o desenvolvimento das habilidades dos estudantes. (LIBÂNEO, 2006)

[...] a didática ativa dá grande importância aos métodos e técnicas como o trabalho de grupo, atividades cooperativas, estudo individual, pesquisas, projetos, experimentações etc., bem como os métodos de reflexão e método científico de descobrir conhecimentos. (LIBÂNEO, 2006, p. 66)

A experimentação é fundamental para a boa compreensão dos conceitos da física, pois a torna mais contextualizada, fazendo com que os alunos possam refletir a respeito dos fenômenos e conceitos abordados na teoria (COUTO, 2009). Por isso, as práticas defendidas por



essa tendência são as mais aconselhadas para serem adotadas em sala de aula.

Além disso, a Pedagogia Renovada valoriza temas relacionados ao cotidiano dos alunos, que para a física é fundamental, já que, muitas vezes, a escola transmite o conhecimento de forma desconexa com a realidade dos estudantes (ANDRADE, 2008). Outro destaque da Pedagogia Renovada é que ela está de acordo com os Parâmetros Nacionais Comuns Curriculares se tratando da física, já que eles tem como objetivo:

[...] superar as práticas tradicionais, que tratam a física de maneira desarticulada do mundo vivido pelo aluno e professor, enfatizando predominantemente a memorização e a automatização de resolução de exercícios. Ao contrário,

busca-se uma física que contribua para a constituição de uma cultura científica nos alunos, para que compreendam a dinâmica relação do homem com seu meio. (RICARDO, p.16, 2004)

A física térmica traz uma gama de conceitos que, quando relacionados a exemplos do dia a dia, ou demonstrados através de experimentos, a compreensão se torna bastante facilitada. Temperatura é o primeiro conceito a ser visto quando se começa estudar física térmica. O alunado já tem uma ideia do que seja temperatura, pois diariamente está em contato com a previsão do tempo, ou até mesmo na averiguação da temperatura corporal. Para a pedagogia tradicional, a noção que os alunos possuem sobre o que seja temperatura não



serviria, pois nela:

O aluno era visto como um papel em branco, no qual eram registradas as informações e o conhecimento. Na abordagem tradicional o aluno não possui cultura, família e conhecimentos prévios. Ele não significa nada até iniciar o processo escolar, momento que registrará e acumulará conhecimentos repassados. Cabe ao professor a decisão quanto aos conteúdos, metodologias e avaliações a serem realizadas. (SILVA, p.100, 2018)

Isso, infelizmente, acontece muitas vezes sem intenção. O professor abre o livro e apresenta o conceito que está ali registrado; os alunos fazem um resumo e decoram aquilo, não há uma contextualização, a preocu-

pação maior é concluir o capítulo.

O ideal seria aperfeiçoar a ideia que os alunos possuem do que seja temperatura. A aquisição do conhecimento não ocorre apenas dentro da sala de aula e muito do que o aluno sabe, precisa apenas de acréscimos e reforço. A Pedagogia renovada leva em conta o dia a dia dos estudantes. Para ela, o papel da escola é transformar e formar o aluno através das vivências, por isso se torna a mais adequada para essa abordagem.

Quando se trata do conceito de Calor, usado cotidianamente para dizer o quão “quente” está o ambiente, as práticas defendidas pela Pedagogia Renovada também são as mais adequadas. O calor é uma forma de energia em trânsito; uma energia que passa de um corpo para outro por existir entre eles uma diferença de temperatura. Este conceito necessita de uma maior



mas. (SILVA, p.100, 2018)

participação do professor que, com exemplos e simulações virtuais, pode ajudar o aluno a compreender e reformular a ideia que os estudantes têm dessa forma de energia.

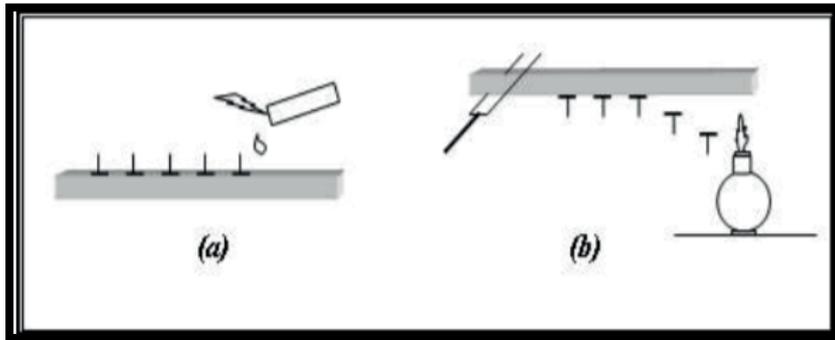
Por fim, em relação aos três processos de propagação do calor, a Pedagogia renovada, mais uma vez, se mostra a mais adequada. A condução e a convecção podem ser abordadas através de simples experimentos produzidos pelos próprios alunos, onde o professor auxiliaria e construiria o conceito desses três processos juntamente com os discentes, representando o defendido por essa tendência, pois:

O aprender fazendo está presente nessa concepção, por meio de tentativas experimentais, pesquisa, descobertas, estudos do meio natural e social e métodos de resolução de proble-

Para realizar o experimento da condução, por exemplo, o professor pode propor que os alunos arranjem uma barra de ferro e prendam pregos em sequência na barra, usando cera de vela. Com os pregos presos, pode-se colocar uma das extremidades da barra próxima da chama da vela que se utilizou para prender os pregos. Com o passar do tempo, os átomos da barra vão aquecendo uns aos outros e o resultado é que os pregos cairão em sequência, mostrando assim a transferência do calor por condução.



Figura 3. Esquema do Experimento da Condução: (a) Colagem dos alfinetes na barra metálica usando a parafina e (b) A fonte de Calor colocada em uma extremidade e a outra servindo como um ponto de apoio para segurar a barra, após o aquecimento da barra tem-se o fenômeno da condução.



Fonte: Freire, 2005.

A irradiação, por envolver conceitos de ondas eletromagnéticas, necessita de uma maior participação do professor, mas ele poderia explicar e dialogar. O tempo todo já estamos participando de um experimento desse tipo: a irradiação solar, por exemplo.

Como anteriormente foi visto - tendência tradicional -, onde o professor era o foco e o aluno somente o ser que aprendia de maneira mecânica e instrucional, na liberal renovada temos que o professor trabalha pensando no

aluno, em seu crescimento e sua participação ativa nos conteúdos e formas de aprender. É onde o aluno vai ter sua própria autonomia: investigar, experimentar, questionar, explanar e posteriormente repassar esse aprendizado. E é esse modelo de didática que vai dar continuidade a um ensino significativo, onde poderá ser levado à frente dos problemas de ensino destacados.

A TEORIA SIGNIFICATIVA DA APRENDIZAGEM E SUA RELAÇÃO COM A TENDÊN-



CIA LIBERAL RENOVADA

Para a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, é importante que haja uma explanação de conteúdo, ampliando assim de forma mais organizada e coesa, fazendo um aperfeiçoamento com o que o aluno já traz consigo mesmo anterior àquele assunto. É essa assimilação que concretiza o aprendizado, na qual fortalece a prática de ensino e é o que prega a Tendência Liberal Renovada, ou seja, valorizar a remodelar o que o aluno já sabe.

O ensino de uma disciplina da área de exatas é sem dúvidas desafiador. São associados os conteúdos teóricos e práticos para que possam reproduzir em problemas propostos, onde na física térmica é tratado alguns dos seguintes conteúdos: escalas termométricas, calor, temperatura,

dilatação térmica, mudança de fase. São esses os fundamentos básicos que devem ser aprendidos. Como meio para um ensino eficiente, são buscadas metodologias inovadoras que quebre a mecanização dos conteúdos: experimentação, livros atualizados, vídeos, trabalho em grupo e aplicações tecnológicas.

Segundo Ausubel (1980) “a aprendizagem receptiva significativa implica a aquisição de novos conceitos. Exige tanto uma disposição para aprendizagem significativa como a apresentação ao aluno de material potencialmente significativo.” Esse material não significa ser o único meio ou a forma direta para a absorção do conteúdo, é importante que haja a inserção da autonomia do discente, é através do seu querer aprender que os materiais serão aproveitados de forma significativa. Ensinar o aluno apren-



der a aprender e posteriormente os conteúdos específicos da disciplina. Para Libâneo (2006), “o professor é o incentivador, orientador e controlador da aprendizagem, organizando o ensino em função das reais capacidades dos alunos e do desenvolvimento de seus hábitos de estudo e reflexão.”

A recepção do conteúdo se dá através de uma ancoragem, onde pega a nova informação e remodela com os conhecimentos preexistentes, produzindo assim uma “facilitação” do conteúdo. Isso se aplica à Tendência Liberal Renovada Progressivista, onde o aluno é o autor principal na aprendizagem. Ou seja, o aluno pode relacionar seus conhecimentos prévios à medida de temperatura, na qual predomina o senso comum de usar o tato; a importância das fendas nas pontes; o vapor da panela de pressão;

o funcionamento de uma geladeira. Esses saberes podem ser aperfeiçoados na escola de maneira mais científica, com equações, teorias e experimentação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nota-se que a abordagem dos conceitos da física se torna mais simples quando os alunos participam e interagem junto com o professor. Das tendências analisadas, a Pedagogia Liberal Renovada Progressivista foi a que mais se ajustou as metodologias ativas e adequadas ao ensino da física térmica, pois defende a experimentação, pesquisa e leva em conta o cotidiano e o conhecimento que os alunos já possuem, diferente da Pedagogia Tradicional, onde as informações são apenas depositadas e acumuladas, o que tornam desconexas e sem muitas aplicações.



A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel defende que o fator que mais contribui para a verdadeira aprendizagem é o que o aluno já sabe, o que está em consonância com a Tendência Liberal Renovada Progressivista. Muitos alunos já possuem uma noção do que é temperatura, o que deve ocorrer é uma reformulação, se apropriando do que os discentes já sabem, ou seja, uma informação agora complementada ou verificada do ponto de vista no meio científico.

O objetivo deste trabalho foi mostrar qual das tendências estudadas na disciplina de Didática no curso de licenciatura em física é a melhor de ser adotada no ensino de física térmica, onde foi feita a relação do conteúdo com a tendência, sendo a Liberal Renovada a que se mostrou ser a mais eficaz em vários

pontos. No entanto, é importante frisar que o professor não deve se utilizar apenas das metodologias presentes nela. Outras partes da física vão necessitar de uma maior explicação por parte do docente, não vai ter como realizar alguns experimentos. O que deve ocorrer é uma mesclagem de metodologias, sem tirar o aluno do protagonismo. A Tendência Liberal se mostra a mais eficiente em relação aos conceitos da física térmica, mas isso não implica dizer que apenas as metodologias dela devem ser adotadas como absolutas.

O ensino de física é caracterizado não só pela parte conceitual, tanto que requer uma boa base matemática para que possa ser correlacionado e reproduzido. Ou seja, é necessário um trabalho em equipe - professores, diretores, coordenadores e todo o corpo que compõe a escola - para



que possa haver uma sintonia no desenvolver dos conteúdos, mantendo um ambiente favorável para a realização da aprendizagem. Já foi visto que um dos fatores que desencadeiam essa não linearidade no ensino é a pouca carga horária. No entanto, precisa-se de metodologias que possam contornar, mesmo que aos poucos, este problema.

É interessante que os professores que já atuam, como também os que estão em formação, prossigam nos estudos, buscando estarem atualizados quanto às novas formas de ensinar. Muitas pesquisas desenvolvidas sobre o ensino de física são excelentes, mas não trazem mudanças consideráveis, pois poucos professores têm contato ou não participam da construção dela. É importante conhecer as diversas metodologias existentes, para saber qual momento usá-las e, aos

poucos, conquistar a confiança e despertar o interesse dos alunos desmotivados em aprender física.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A ORIGEM DO TERMÔMETRO. A Origem das Coisas. c2021. Disponível em:< <https://origem-dascoisas.com/a-origem-do-termometro/>>. Acesso em: 30 de dez de 2021.

AUSUBEL, P. David. Psicologia Educacional. 1ª ed. Rio de Janeiro - RJ: Editora Interamericana Ltda, 1980.

COUTO, F. P. Atividades experimentais em aulas de Física: repercussões na motivação dos estudantes, na dialogia e nos processos de modelagem. 2009.

FREIRE, Morgana Lígia. A



Transferência de Calor com o Uso de Experimentos Alternativos. *Scientia Plena*, Campina Grande PE, v. 1, n. 8, p. 185-191, dez, 2005.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. *Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2020.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

LIBÂNEO, José Carlos. *Didática*. São Paulo – SP: Cortez editora, 2006.

LIMA, J. *Sequência Didática Para o Ensino da Termodinâmica*. 2016. 44 f. Mestrado – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Polo Campo Mourão, Paraná, 2016.

MARTINS, Lucas. *Escalas Termométricas*. InfoEscola. c2021. Disponível em: < <https://www.infoescola.com/fisica/escalas-termometricas/>>. Acesso em: 30 de dez de 2021.

MOREIRA, Marco Antônio; MASINI, Elcie F. *Salzano. Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel*. São Paulo: Editora Morais LTDA, 1982.

NETO, Armando Foscarim; TEIXEIRA, Adriano C. *Sequência didática: A robótica educativa como recurso contracionista para o ensino de termologia. Pós graduação – Universidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, 2020.*

RICARDO, Elio Carlos. *Orientações Curriculares do Ensino Médio - Física*. 2004. (Análise crítica



ca das Diretrizes Curriculares e Parâmetros Curriculares para o ensino médio).

SAGAN, Carl. O mundo assombrado pelos demônios: A ciência vista como uma vela no escuro. 1ª ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

SILVA, Aracéli Girardi da. Tendências Pedagógicas: perspectivas históricas e reflexões para a educação brasileira. Unoesc & Ciência - ACHS Joaçaba, v. 9, n. 1, p. 97-106, 2018.

VERDE, Eudoxio Soares de Lima. Didática Geral. Teresina PI: EDUFPI/UAPI, 2010.



O USO DO PAINEL GENÉTICO PARA DIAGNÓSTICO DA ESCLEROSE LATERAL AMIOTRÓFICA (ELA)

THE USE OF THE GENETIC PANEL TO DIAGNOSE AMYOTROPHIC LATERAL SCLEROSIS (ALS)

Margot Patricio da Silva Lemos¹

Marylha Ost Gomes²

Gisele Siqueira Rocha³

Leticia Karolini Walger Schultz⁴

Resumo: A Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) representa a forma mais comum da Doença do Neurônio Motor (DNM) que é mais frequente em adultos e idosos. O processo degenerativo desta doença tem uma etiologia complexa e relativo a vários fatores. A sua sintomatologia se desenvolve a partir de uma perda sucessiva tanto dos neurônios motores superiores (NMS), localizados no córtex cerebral, quanto dos neurônios motores

1 Discente do curso de Biomedicina na Escola Superior São Francisco de Assis, Santa Teresa- ES, Brasil

2 Discente do curso de Biomedicina na Escola Superior São Francisco de Assis, Santa Teresa- ES, Brasil

3 Discente do curso de Biomedicina na Escola Superior São Francisco de Assis, Santa Teresa- ES, Brasil

4 Biomédica Patologista Clínica e Especialista em Hematologia, Mestranda em Doenças Infecciosas – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), docente do curso de Biomedicina na instituição Escola Superior São Francisco de Assis, Santa Teresa- ES, Brasil



inferiores (NMI), localizados no tronco cerebral e corno anterior da medula espinhal. Seu diagnóstico é muitas vezes demorado e, seu prognóstico não é favorável. Este trabalho revisou dados sobre a ELA e o Teste de Painel Genético dispostos em mídia física e eletrônica como, livros, bibliotecas virtuais e bases de dados. Os achados desse estudo, indicam que o painel genético é de extrema importância para os portadores da esclerose lateral amiotrófica, uma vez que permite a avaliação específica dos genes envolvidos nessa doença e suas possíveis mutações gênicas, além de possibilitar a diferenciação em suas formas hereditária e esporádica.

Palavras chaves: Esclerose Lateral Amiotrófica, Painel Genético, Doenças Neurodegenerativa.

Abstract: Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS) represents the most common form of Motor Neuron Disease (MND), which is more frequent in adults and the elderly. The degenerative process of this disease has a complex etiology and is related to several factors. Its symptoms develop from a successive loss of both upper motor neurons (LMN), located in the cerebral cortex, and lower motor neurons (LMN), located in the brainstem and anterior horn of the spinal cord. Its diagnosis is often delayed and its prognosis is not favorable. This work reviewed data on ALS and the Genetic Panel Test arranged in physical and electronic media such as books, virtual libraries and databases. The findings of this study indicate that the genetic panel is extremely important for patients with amyotrophic lateral sclerosis, since it allows



the specific evaluation of the genes involved in this disease and their possible gene mutations, in addition to allowing the differentiation in their hereditary and sporadic.

Keywords: Amyotrophic Lateral Sclerosis, Genetic Panel, Neurodegenerative Diseases.

INTRODUÇÃO

A Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) representa a forma mais comum da Doença do Neurônio Motor (DNM) que é mais frequente em adultos e idosos. O processo degenerativo desta doença, tem uma etiologia complexa e relativo a vários fatores. As prognoses atuais sobre os mecanismos patológicos implícitos desta condição sugerem que há uma interação complexa entre os vários mecanismos

que incluem fatores genéticos, disfunção mitocondrial, danos oxidativos, patologia das células gliais, acúmulo de agregados intracelulares, defeitos de transporte axonal e excitotoxicidade (BERTAZZI et al, 2017).

Historicamente foi considerada uma condição neurológica puramente motora, atualmente é prescrito que o comprometimento neurodegenerativo que não se restringe à esfera motora, podendo se relacionar a disfunção executiva isolada ou a síndromes demenciais, em especial à demência frontotemporal, a sinais de parkinsonismo e a outras complicações neurológicas e multissistêmicas (DE SOUZA, 2015; VAN DAMME, P., ROBBERECHT, W. & VAN DEN BOSCH, 2017).

Há uma relação dos casos de ELA seja de origem familiar, ligada a mutações em genes



específicos, porém a maioria dos casos é esporádica e tem etiologia multifatorial (ABRELA, 2021). Os recentes estudos da ELA trouxeram maior conhecimento sobre sua patogênese, trazendo a hipótese de que esse distúrbio seja uma proteinopatia, ou uma ribonucleopatia, ou uma axonopatia ou uma doença relacionada ao microambiente neuronal (RIANCHO ET AL. 2019).

A ELA causa fraqueza muscular apendicular, axial e das musculaturas bulbar e ventilatória, causando tetraparesia, disfonia, disfagia e perda da capacidade ventilatória, e a salivação excessiva (sialorreia) está presente em aproximadamente 50% dos casos (Costa CC, Ferreira JB. 2008). Os pacientes possuem uma expectativa de vida em média de dois a cinco anos após o início dos sintomas. Contudo, cerca de 10-20% dos casos, possui sobre-

vida com os sintomas motores acima de cinco anos. Ao redor de 5-10% dos afetados apresentam evolução lenta, com mais de dez anos de sintomas motores da doença, em grande parte das vezes em contextos de formas genéticas específicas da ELA familiar, ELA juvenil e da ELA de início precoce (ABRELA, 2021).

Buscando dar ênfase a um problema que anteriormente era raro e de poucos relatos, mas que, com o passar dos anos tem se tornando cada vez mais recorrente, este projeto justifica-se pela condição abordada (ELA) não ter uma visibilidade grandiosa, resultando em informações muito escassas e difíceis de encontrar. Mediante a importância científica e social da ELA, este estudo buscou promover uma revisão bibliográfica sobre o teste Painel genético e as causas a ELA;



MATERIAIS E MÉTODOS

O presente revisou dados sobre a Ela e o Teste de Painel Genético dispostos em mídia física e eletrônica como, livros, bibliotecas virtuais e bases de dados. Dentre elas, as principais foram o Portal de Periódicos CAPES, MEDLINE, NCBI, SCOPUS e SCIELO.

HISTÓRICO DAS DOENÇAS DEGENERATIVAS

As doenças de caráter degenerativo são objeto de estudo há diversos séculos. Sir Charles Bell, um famoso anatomista e cirurgião britânico, primeiramente relacionou as raízes nervosas com o movimento dos membros. Em 1830, ele descreveu o caso de uma mulher, de meia idade, que apresentava paralisia progressiva dos membros e da língua, porém,

com sensibilidade normal. Após estudo anatomopatológico verificou-se que a porção anterior da medula se encontrava amolecida, com preservação da porção posterior. (ABRELA, 2021).

A descoberta de Sir Charles Bell trouxe luz a diversas perguntas antes não respondidas. Desde então, outras doenças degenerativas foram descritas. A Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA) é uma doença neurodegenerativa progressiva, caracterizada pela degeneração gradual dos neurônios motores. Foi descrita a primeira vez como Atrofia Muscular Progressiva (AMP) em 1848 pelo clínico e escritor médico francês François Aran. (ABRELA, 2021).

Em 1869, o primeiro professor de neurologia na Salpêtrière, Jean Martin Charcot, e o professor de psiquiatria na Faculdade de Medicina de Paris, Alix



Joffroy, descreveram dois pacientes com AMP, que apresentavam lesões agregadas na porção anterolateral da medula nervosa. Não foram eles nomearam essa entidade de Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA), mas definiram as características fundamentais para que fosse reconhecida, ainda pouco modificadas. As descrições posteriores, em sua maioria, foram baseadas em estudos com pacientes do sexo feminino, uma vez que o Hospital Salpêtrière era um hospital de mulheres. (ABRELA, 2021).

Foi responsabilidade de Charcot descrever a Paralisia Bulbar Progressiva (PBP) e da Esclerose Lateral Primária (ELP), sendo a última o primeiro caso descrito de uma enfermidade como síndrome do neurônio motor, em 1865, e em uma paciente em crise de histeria e alterações motoras, no entanto, estas

duas entidades não eram classificadas como Esclerose Lateral Amiotrófica. Todavia, outros médicos, também famosos, como Leyden e Gowers, insistiam que estas afecções não eram diferentes umas das outras. (ABRELA, 2021).

Brain introduziu o termo Doença do Neurônio Motor (DNM) em 1933, para todas estas, aparentemente, diferentes doenças. Em 1969, Brain e Walton passaram a considerar DNM e ELA como sinônimos, ainda que o termo “ELA” seja o mais frequentemente utilizado. Acontece seguidamente uns estudos que suportou a opinião que AMP, PBP e ELP eram subtipos de ELA, considerando que todos estariam ligados a um processo degenerativo do Sistema Nervoso Central, com espectro clínico variado, processo atrófico em um extremo, espástico em outro, e



ambos no centro. Ao passar do tempo, casos com características de um extremo, também poderia apresentar características associadas a um outro extremo. (ABRELA, 2021).

Esta entidade é conhecida como Doença de Lou Gehrig nos Estados Unidos da América por causa de um famoso jogador de Beisebol das décadas de 1920 e 1930, que faleceu com ELA em 1941, aproximadamente três anos após a aparição dos primeiros sintomas da doença aos 38 anos de idade (ABRELA, 2021).

No Brasil, a primeira descrição de ELA veio do Dr. Cypriano de Freitas (1909), e do Dr. Gonçalves Viana (1916), professor catedrático de Anatomia e Fisiologia Patológicas de Medicina de Porto Alegre, que descreveram dois pacientes com ELA. Um dos pacientes, com apresentação inicial bulbar, foi motivo

de estudo e de defesa de tese pelo Dr. Raul Moreira da Silva, em 1916.

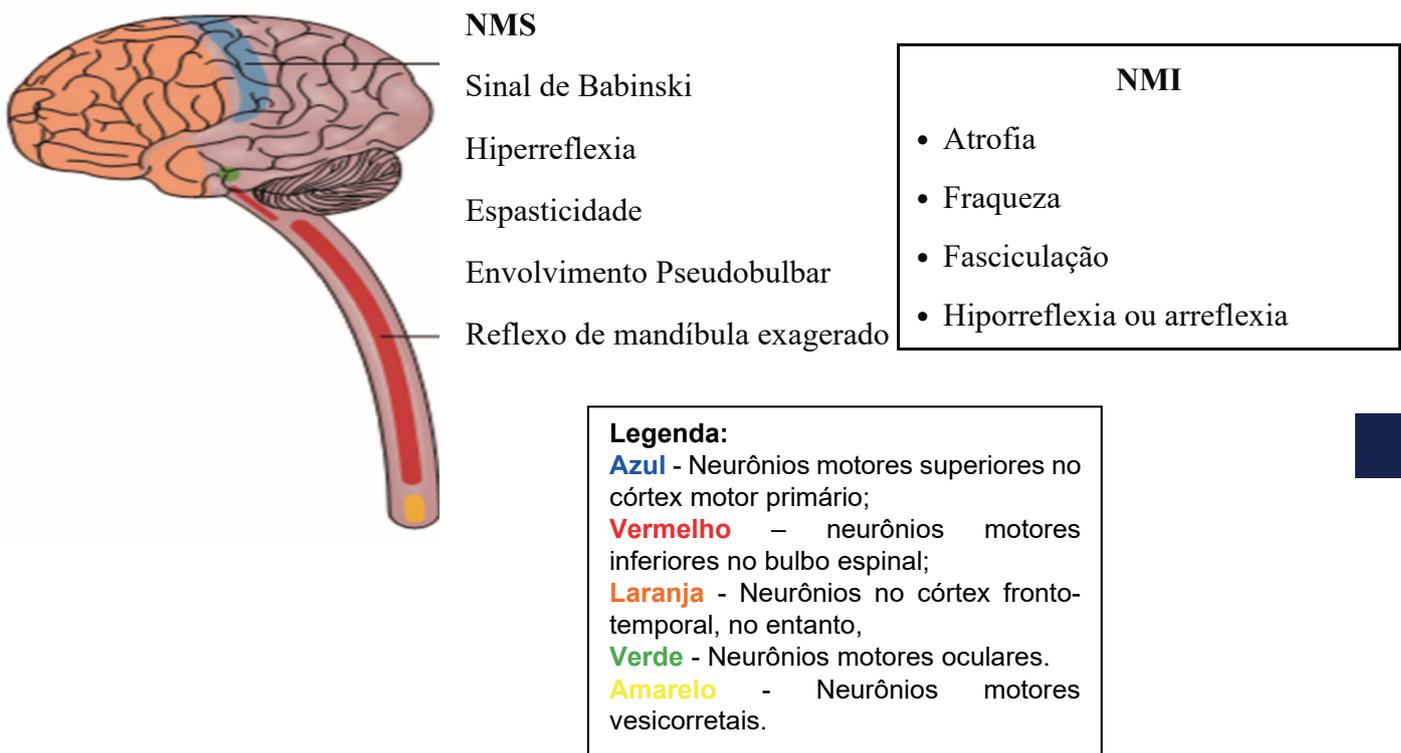
SINTOMATOLOGIA

Como doença neurológica progressiva, a ELA tem sido continuamente fatal. É resultante da degeneração dos neurônios motores superiores e inferiores, normalmente se desenvolvendo durante a sexta ou sétima década de vida e seu diagnóstico é dado com base em critérios clínicos padrão. Sua causa subjacente permanece indeterminada. A doença pode ocorrer com maior frequência dentro de certas linhagens familiares, muitas vezes em associação com mutações genômicas específicas, enquanto alguns casos esporádicos têm sido associados a toxinas ambientais ou traumatismos (ALFAHAD; AVINDRA, 2013).



Os sintomas clássicos da ELA desenvolvem-se a partir de uma perda sucessiva tanto dos neurônios motores superiores (NMS), localizados no córtex cerebral, quanto dos neurônios motores inferiores (NMI), localizados no tronco cerebral e corno anterior da medula espinhal. No entanto, a ELA tem sido atualmente considerada uma doença neurodegenerativa multissistêmica, de modo que não só neurônios motores são afetados de forma exclusiva (SIMON et al., 2014).

Figura 1. Sítios topográficos de envolvimento na ELA.



Fonte: Swinner & Robberrecht, 2014. Modificado por Cristina Salvioni



Ao decorrer da doença, os sintomas costumam ser leves e delicados, passando despercebidos na maioria dos casos. A fraqueza muscular (miastenia) é um marco inicial muito comum, ocorrendo em mais de 60% dos pacientes. O seu desenrolar se apresenta com fraqueza muscular nas mãos, braços, pernas e na musculatura responsável pela fala, deglutição ou respiração (STRONG et al., 2015).

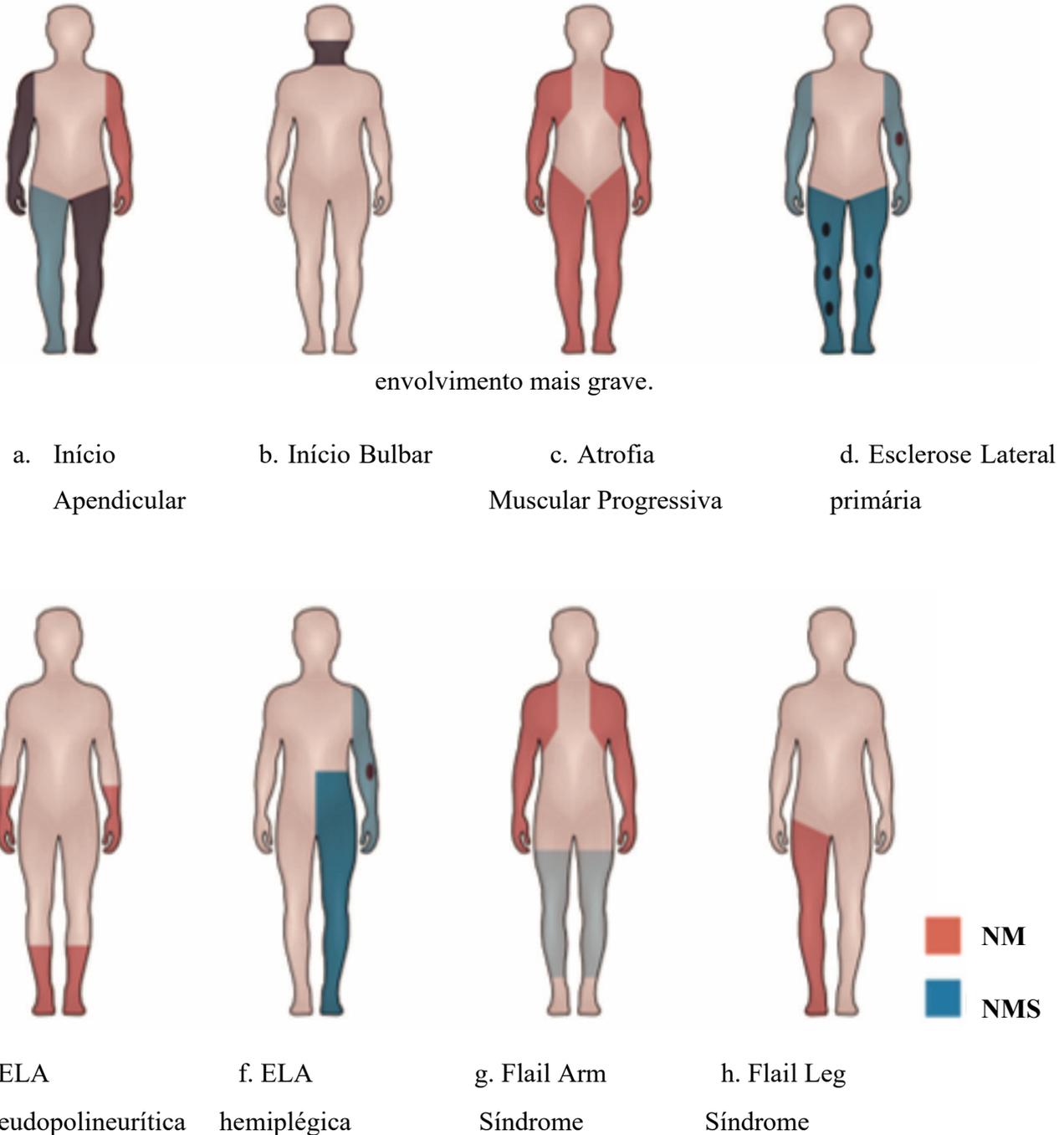
Nos músculos das mãos e pés, essa miastenia é acompanhada de fasciculações e câimbras musculares, avançando irremediavelmente para fraqueza e paralisia progressivas. São sintomas comuns da evolução da doença respirações curtas e breves e dificuldade de deglutição. Todavia, nem todos os pacientes apresentam os mesmos padrões de acometimento muscular, porém, quando os músculos auxi-

liares da respiração são afetados o paciente necessitará de suporte ventilatório permanente (BERTAZZI et al, 2017).

Na medida que a ELA afeta predominantemente os neurônios motores, os sentidos da visão, audição, paladar e olfato estão preservados. Em muitos doentes, a musculatura dos olhos e da bexiga não está comprometida. A doença não prejudica a personalidade, inteligência ou memória do indivíduo afetado (STROMBERG, 2006).



Figura 2. Parâmetro de comprometimento motor em diferentes fenótipos de ELA. A cor vermelha indica o envolvimento de NMI; azul envolvimento de NMS; o sombreado mais escuro indica um



Fonte: Swinner & Robberrecht, 2014. Modificado por Cristina Salvioni.

DIAGNÓSTICO CLÍNICO E LABORATORIAL

Segundo Mitchell (2000), um algoritmo para diagnóstico usado pela Federação Mundial de Neurologia utiliza critérios clínicos e em alguns casos critérios eletrofisiológicos para expressar o grau de ELA no momento do diagnóstico, revisado e validado.

Os termos distintos para classificação diagnóstica revisada de ELA são:

- ELA definida: acometimento dos NMS e NMI, em três regiões;
- ELA provável: acometimento dos NMS e NMI, em duas regiões;
- ELA provável com suporte laboratorial: NMS e NMI envolvendo uma região ou sinais em NMS com evidência eletroneuromiográfica de acometimento em dois ou mais mem-

bros;

- ELA possível: Envolvimento de NMS e NMI em uma região apenas;
- ELA suspeita: sinais de acometimento dos NMI apenas ou acometimento dos NMS, apenas.

A visualização do acometimento expansivo da medula espinhal ou tronco cerebral é feita através da ressonância nuclear magnética (RNM). Para detectar anormalidades hormonais, endócrinas ou toxicológicas são feitas triagens sanguíneas, e para estabelecer anormalidades genéticas, o exame de líquido também pode ser utilizado (CALVO et al., 2014).

No diagnóstico diferencial de ELA, algumas condições neurológicas específicas devem ser consideradas, como:



mielopatia cervical; tumores de medula espinhal; seringomielia e polineuropatias. Parestesias e disfunções esfíncterianas podem se manifestar como sintomas atípicos de ELA durante seu desenvolvimento. Nessas situações, a RNM deve ser realizada para elucidação diagnóstica. O processo diagnóstico deve envolver exames clínicos seriados para avaliar a progressão da doença, bem como exames de neuroimagem e/ou eletromiográficos repetidos para exclusão de outras desordens estruturais (BERTAZZI et al).

É comum que o diagnóstico preciso seja tardio, particularmente porque o aparecimento dos sintomas não tem um padrão específico de aparecimento, podendo ser bem diversificados em sua manifestação. O tempo médio do diagnóstico é de aproximadamente 14 meses (BROOKS,

1994).

PROGNÓSTICO

Desordem que causa paralisia progressiva determinado por degeneração de neurônios motores no cérebro e medula espinhal, a esclerose lateral amiotrófica (ELA) começa com fraqueza focal, porém se espalha progressivamente para abranger a maioria dos músculos, inclusive o diafragma. Comumente, por decorrência da paralisia respiratória, a morte pode ocorrer dentre 3 a 5 anos (BROWN; AL-CHALABI, 2017).

Os pacientes com ELA, tem uma média de 20 a 48 meses de sobrevida, desde o início da descoberta da doença até a morte, porém 10 a 20% deles conseguem ter uma expectativa de vida maior que 10 anos. Fatores como gênero, atraso de diag-



nóstico e critérios do El Escorial, ainda são conflitantes, contudo, o fator de progressão dos sintomas se mostrou um prognóstico individual. Outros fatores podem estar relacionados com o desfecho da esclerose lateral amiotrófica, como o estado nutricional, a função respiratória e elementos psicossociais. Futuramente, pode haver aspectos biológicos de progressão melhores estipulados (CHIO et al., 2009).

Normalmente, grande parte dos pacientes tem uma progressão contínua no suceder dos diferentes estágios clínicos (média de 3-7 meses por estágio clínico) não havendo reversão e sem progressão direta entre estágios não-contínuos, com 59.3% em primeiro estágio (envolvendo um segmento regional), avançando para o segundo estágio (envolvendo dois segmentos regionais), com progressão do estágio dois

para o três, tem 54% (envolvendo três segmentos), seguindo para o próximo estágio, o quarto, com 42.3% (envolve a gastrostomia e/ou suporte ventilatório não-invasivo), avançando para o óbito, tem 47% em estágio quatro (a e b) (BALENDRA ET AL., 2015; CHIO ET AL., 2009).

Considera-se que casos com pessoas com idade de inícios acima dos 60-65 anos, possam retratar possíveis marcadores de um pior prognóstico na ELA, como também, fatores de ELA familiar específica ligada à DFT ou parkinsonismo atípico, casos de início bulbar, axial com dropped head syndrome, desnutrição energético-proteica, predomínio acentuado de envolvimento de NMI, análise laboratorial com cloreto sérico baixo e insuficiência respiratória precoce (CHIO, A. ET AL., 2009).



ELA ESPORÁDICA E GENÉTICA

A ELA esporádica representa 90% a 95% de todos os casos em diferentes populações, incluindo casos isolados ou esporádicos, sem antecedentes familiares ou genéticos da doença. Nessas formas, porém, observa-se envolvimento frequente de fatores genéticos em sua etiologia que não atendem aos critérios diagnósticos de Byrne para formas familiares. Portanto, considera-se agora que a base genética individual da predisposição à doença de forma discreta sofre uma importante interação com fatores ambientais neurotóxicos que levam à neurodegeneração dos neurônios motores ao longo de muitas décadas, levando à perda neuronal tardia, morfogênese crônica e introversão, que aparece mais tarde na progressão

dos sinais e sintomas típicos da doença após a perda progressiva das unidades motoras. (OLIVEIRA&PEREIRA,2009; BROWN & CHIABAI, 2017).

Vários estudos em nossa população mostraram que uma base monogênica foi estabelecida em 5,3% dos casos esporádicos, dos quais 3,6% foram devidos à variante patogênica p. aumentado no gene C9orf72 e 2,6% no gene TARDBP. (CHADI, ET AL, 2017; NUNES GONÇALVES, ET AL, 2021).

O primeiro gene causador de Esclerose Lateral Amiotrófica, o SOD1, foi descoberto há cerca de duas décadas, mas nos últimos quinze anos, foram descobertos vários novos genes causadores de ELA que podem desempenhar um papel importante na compreensão da patogênese dessa doença. (AJROUD-DRISS, SIDDIQUE, 2015)



Em relação a ELA familiar, cerca de 500 casos se enquadram nessa categoria, embora isso certamente represente uma base subestimada em termos da extensão do conhecimento que não foi estabelecida em um único gene. Embora clinicamente

semelhante à ELA esporádica, essa forma de etiologia familiar tem sido identificada na maioria dos casos, a associada a um locus monogênico. (DE SOUZA ET AL, 2015; CHIÒ, A. ET AL, 2018; LEBLOND, ET AL, 2014).

Tabela 1. Critérios diagnósticos de Byrne para avaliação da ELA familiar.

CATEGORIA DE ELA FAMILIAR	CRITÉRIOS DE BYRNE (Byrne et al., 2011)
DEFINIDA	I. ≥ 3 indivíduos afetados com a ELA na família. II. 2 indivíduos afetados com uma variante genética patogênica estabelecida.
PROVÁVEL	III. ≥ 1 familiar de primeiro ou de segundo grau com diagnóstico de ELA.
POSSÍVEL	IV. Um familiar além de segundo grau acometido. V. Paciente com ELA esporádica, que apresenta variante patogênica estabelecida em gene relacionado à ELA familiar. VI. Familiar de primeiro grau que apresente a DFT, mas não ELA.

Existem mais de 26 formas de ELA de um único gene geneticamente identificadas, com 27 formas familiares de ELA reconhecidas pela classificação da Gene Muscle Table da World Muscle Association. Antes disso, até 2011, a forma associada

ao gene SOD1 era considerada a forma esporádica e familiar mais comum de ELA, sendo posteriormente substituída por defeitos associados a C9orf72, que eram a base mais frequente. Apesar do amplo conhecimento da existência de um background genética-



mente determinado como fator de suscetibilidade nas formas única esporádica e familiar, tanto monogênica quanto poligênica, aproximadamente 33% dos casos familiares e 89% dos casos familiares não tinham definição estabelecida a partir do contexto relevante base genética (GOUTMAN, ET AL, 2018; TICOZZI, N. ET AL, 2011; SU, ET AL, 2014).

A base multiétnica, a base clínica heterogênea e a alta taxa de miscigenação na população brasileira, além do número ainda reduzido de estudos avaliando geneticamente a base monogênica da ELA esporádica e familiar, torna ainda muito complexa a investigação. Diferentes estudos na população apontam base monogênica estabelecida em até 61,3 a 70% dos casos familiares, sendo que 30 a 43,6% decorrem da variante patogênica.

(CHADI, G. ET AL, 2017; NUNES GONÇALVES, J. P. ET AL, 2021).

PAINEL GENÉTICO

O teste PaineL Genético para diagnóstico avalia 33 genes para variantes (alterações genéticas) que estão associadas a distúrbios genéticos. O diagnóstico genético quando combinado com o histórico familiar e outros resultados médicos, poderá fornecer informações para esclarecer o risco individual, apoiar um diagnóstico clínico e auxiliar no desenvolvimento de uma estratégia personalizada de tratamento e gestão. Muitos genes e métodos fisiopatológicos diferentes contribuem para a doença, além disso, existem dois tipos de ELA que se distinguem geneticamente: familiar e esporádica. (PROCURA, 2021).



O painel genético da esclerose lateral amiotrófica é uma fonte de diagnóstico específica e direcionada que melhora a direção e o prognóstico da doença. Ele fornece informações sobre os genes envolvidos nesta doença usando o sequenciamento de próxima geração (NGS) para entender completamente o espectro substancial dos genes envolvidos. (OSKARSSON, B., GENDRON, T. F., & STAFF, N. P. 2018).

Este painel genético de esclerose lateral amiotrófica é indicado para pacientes com suspeita clínica ou diagnóstico e que apresentem alguns dos seguintes sinais e sintomas: redução da destreza nos dedos, câibras, tropeços frequentes, desequilíbrio ao correr, queda de pulso e pé caído, fala arrastada e rouquidão, depressão, função executiva prejudicada, aspiração ou asfixia, atrofia muscular, espasticidade,

mudanças de voz. (OSKARSSON, B., GENDRON, T. F., & STAFF, N. P. 2018).

O teste é feito para identificar a mutação do paciente e, se necessário, um painel de doença do neurônio motor (MND). Este é um teste genético para detectar todos os genes conhecidos associados à ELA familiar, incluindo a expansão C9orf72. O teste genético geralmente envolve a coleta de uma amostra de sangue ou saliva. (PROCURA, 2021).

Como este teste deve ser solicitado por um profissional de saúde (é necessário um pedido médico), a amostra geralmente é obtida no consultório médico ou em um laboratório afiliado ao consultório médico. Os resultados podem levar de algumas semanas a vários meses, dependendo do tipo de teste solicitado. Saíndo os resultados devem ser comunicados pelo especialista



em genética ou médico que solicitou o teste. Isso geralmente é feito pessoalmente durante uma consulta de acompanhamento. Como a ELA familiar é muitas vezes uma doença que começa na idade adulta, o teste genético em crianças com menos de 18 anos de idade não é recomendado (PROCURA, 2021).

Os procedimentos de testes genéticos podem diferenciar entre as clínicas. Algumas clínicas podem oferecer testes para genes diferentes e se concentrar em testar pacientes ou membros da família específicos. Outros testes podem ser fornecidos apenas para fins de pesquisa. Os resultados dos testes nem sempre são diretos. Há uma série de mudanças genéticas que os cientistas ainda não entendem, então os resultados podem ser difíceis de interpretar. (PROCURA, 2021).

O teste genético é uma escolha pessoal, mas o aconselhamento para este teste é importante. Algumas pessoas com ELA, querem testes genéticos para entender melhor as razões da doença e ajudar outros membros da família. Um pequeno número de pessoas que não são afetadas quer saber se estão em risco de ELA, enquanto outras não querem saber. Marcar uma consulta com um conselheiro genético pode ajudá-lo a determinar se o teste é a decisão correta (PROCURA, 2021).

Os benefícios do Teste Genético são: descrever se existe uma causa genética de ELA na família, permitir que outros membros da família sejam testados para mutações genéticas, permitir que casais que planejam ter filhos façam exames pré-natais. Já as desvantagens são: não dizer a uma pessoa sem sintomas



quando ela pode começar a ter sintomas ou qual será seu progresso, além de ter um alto custo (PROCURA, 2021).

CONCLUSÃO

Portanto, em relação aos achados desse estudo, conclui-se que o painel genético é de extrema importância para os portadores da esclerose lateral amiotrófica, uma vez que permite a avaliação específica dos genes envolvidos nesta doença e suas possíveis mutações gênicas, além de permitir fazer a diferenciação em suas formas hereditária e esporádica. Tudo isso oferece melhor clareza no tratamento do paciente, direcionamento para as terapias adequadas quanto a condição de cada paciente e proporciona informações que permitem um melhor entendimento dos familiares.

REFERÊNCIAS

AJROUD-DRISS, Senda; SIDDIQUE, Teepu. Sporadic and hereditary amyotrophic lateral sclerosis (ALS). *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease*, v. 1852, n. 4, p. 679-684, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925443914002634>>. Acesso em: 25 de janeiro de 2022.

ALFAHAD, Tariq; NATH, Avindra. Retroviruses and amyotrophic lateral sclerosis. *Antiviral research*, v. 99, n. 2, p. 180-187, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016635421300137X>>. Acesso em: 24 de janeiro de 2022.

BERTAZZI, Renan Nogueira et al. Esclerose lateral amiotrófica.



Revista de Patologia do Tocantins, v. 4, n. 3, p. 54-65, 2017. Disponível em: < <https://betas.uft.edu.br/periodicos/index.php/patologia/article/view/3518>>. Acesso em: 4 de março de 2022.

BROOKS, B. Rix. El Escorial World Federation of Neurology critérios para o diagnóstico de esclerose lateral amiotrófica. Subcomitê de Doenças do Neurônio Motor/Esclerose Lateral Amiotrófica do Grupo de Pesquisa em Doenças Neuromusculares da Federação Mundial de Neurologia e os colaboradores do workshop El Escorial “Limites clínicos da esclerose lateral amiotrófica”. *Journal das ciências neurológicas*, v. 124, p. 96-107, 1994. Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10631652/>>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2022.

BROWN, Robert H.; AL-CHA-

LABI, Ammar. Esclerose lateral amiotrófica. *New England Journal of Medicine*, v. 377, n. 2, pág. 162-172, 2017. Disponível em: < <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMra1603471>>. Acesso em: 8 de fevereiro de 2022.

BROWN, Robert H.; AL-CHA-LABI, Ammar. Esclerose lateral amiotrófica. *New England Journal of Medicine*, v. 377, n. 2, pág. 162-172, 2017. Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28700839/>>. Acesso em: 10 de março de 2022.

CALVO, A. C.; MANZANO, R.; MENDONÇA, D. M. F.; et al. Amyotrophic Lateral Sclerosis: A Focus on Disease Progression. *BioMed Research International*, v. 2014, 2014. Disponível em: < <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2014/925101/>>. Acesso



em: 24 de fevereiro de 2022.

CHIO, Adriano et al. Fatores prognósticos na ELA: uma revisão crítica. *Esclerose lateral amiotrófica*, v. 10, n. 5-6, pág. 310-323, 2009. Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19922118/>>. Acesso em: 01 de março de 2022.

CHIÒ, Adriano et al. A hipótese de várias etapas da ELA revisitada: o papel das mutações genéticas. *Neurologia*, v. 91, n. 7, pág. e635-e642, 2018. Disponível: < <https://n.neurology.org/content/91/7/e635.abstract>>. Acesso em: 13 de março de 2022.

CHADI, G. ET AL. Genetic analysis of patients with familial and sporadic amyotrophic lateral sclerosis in a Brazilian Research Center. *Amyotroph. Lateral Scler. Front. Degener.* 18,

249–255 (2017). Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27978769/>>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2022.

SOUZA, Paulo Victor Sgobbi de et al. Bases clínicas e genéticas da esclerose lateral amiotrófica familiar. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, v. 73, p. 1026-1037, 2015. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/anp/a/KYBR-gyyFGpc3PL64KGVLR6F/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 14 de março de 2022.

GOUTMAN, Stephen A. et al. Compreensão emergente da relação genótipo-fenótipo na esclerose lateral amiotrófica. *Manual de neurologia clínica*, v. 148, p. 603-623, 2018. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780444640765000399>>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2022.



LEBLOND, Claire S. et al. Dissecção de fatores genéticos associados à esclerose lateral amiotrófica. *Neurologia experimental*, v. 262, p. 91-101, 2014. Disponível: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0014488614001150>>. Acesso em: 13 de março de 2022.

MITCHELL, J. D. Guidelines in motor neurone disease (MND)/ amyotrophic lateral sclerosis (ALS)--from diagnosis to patient care. *Journal of neurology*, v. 247, n. S6, p. 7-12, 2000. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19714406/>>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2022.

GONÇALVES, João Pedro Nunes et al. Epidemiologia genética da ELA familiar no Brasil. *Neurobiology of Aging*, v. 102, p. 227. e1-227. e4, 2021. Dispo-

nível: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0197458021000142>>. Acesso em: 6 de janeiro de 2022.

OLIVEIRA, Acary Souza Bulle; PEREIRA, Roberto Dias Batista. Esclerose lateral amiotrófica (ELA): três letras que mudam a vida das pessoas. Para todo sempre. *Arquivos de neuropsiquiatria*, v. 67, n. 3A, pág. 750-782, 2009. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/anp/a/hHKWP-V3XjGGZzRkhMbS5V9C/?format=pdf&lang=en>>. Acesso em: 28 de janeiro de 2022.

OSKARSSON, Björn; GENDRON, Tânia F.; STAFF, Nathan P. Esclerose lateral amiotrófica: uma atualização para 2018. In: *Mayo Clinic Proceedings*. Elsevier, 2018. p. 1617-1628. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/>



S0025619618302660>. Acesso em: 14 de janeiro de 2022.

PRO-CURA. Estudando os fatores ambientais e as suas influências na ela. Disponível em: <<https://procuradaela.org.br/wp-content/uploads/2020/10/11.Estudando-os-Fatores-Ambientais-e-as-suas-Influencias-na-E-LA-V1.pdf>>. Acesso em: 23 de março de 2022.

ROSENFELD, Jeffrey; STRONG, Michael J. Desafios no entendimento e tratamento da esclerose lateral amiotrófica/ doença do neurônio motor. *Neurotherapeutics* , v. 12, n. 2, pág. 317-325, 2015. Disponível em: < <https://link.springer.com/article/10.1007/s13311-014-0332-8>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2022.

RIANCHO, J. et al. Por que os

neurônios motores se degeneram? Atualização na patogênese da esclerose lateral amiotrófica. *Neurología (Edição Inglesa)* , v. 34, n. 1, pág. 27-37, 2019. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2173580817301633>>. Acesso em: 16 de março de 2022.

SIMON, Neil G. et al. Quantificando a progressão da doença na esclerose lateral amiotrófica. *Annals of neurology* , v. 76, n. 5, pág. 643-657, 2014. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ana.24273>>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2022.

STROMBERG, S. F. Depression and quality of life issues in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Current Treatment Options in Neurology*, Sep. 2006. Disponível em: <https://pubmed>.



ncbi.nlm.nih.gov/16901380/>. Acesso em: 12 de março de 2022.

SU, X. W., Broach, J. R., Connor, J. R., Gerhard, G. S. & Simmons, Z. Genetic heterogeneity of amyotrophic lateral sclerosis: Implications for clinical practice and research. *Muscle and Nerve* 49, 786–803 (2014). Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/mus.24198>>. Acesso em: 15 de março de 2022.

TICOZZI, Nicola et al. Genética da esclerose lateral amiotrófica familiar. *Archives italiennes de biologie*, v. 149, n. 1, pág. 65-82, 2011. Disponível em: < <http://architalbiol.org/index.php/aib/article/view/14965>>. Acesso em: 20 de março de 2022.

VAN DAMME, Philip; ROBBERECHT, Wim; VAN DEN BOS-

CH, Ludo. Modelagem da esclerose lateral amiotrófica: avanços e possibilidades. *Modelos e mecanismos de doença*, v. 10, n. 5, pág. 537-549, 2017. Disponível em: < <https://journals.biologists.com/dmm/article/10/5/537/2430/Modelling-amyotrophic-lateral-sclerosis-progress>>. Acesso em: 16 de fevereiro de 2022.



BIOLOGICAL AND PSYCHIC AGING: NARRATIVE LITERATURE REVIEW

Gustavo Baroni Araujo¹

Jordane Gomes dos Santos²

Délio Guerra Drummond Júnior³

Lizandra Ellem Silva de Souza⁴

Yasmin Emanuely Leal Araújo⁵

Júlio Cesar Pereira da Silva⁶

Iaggo Henrique de Sousa Figueiredo⁷

Mariel Wágner Holanda Lima⁸

Joelma Maria dos Santos da Silva Apolinário⁹

Rafael Noleto Leao¹⁰

Winicius de Carvalho Alves¹¹

Anderson Fernandes de Carvalho Farias¹²

Abstract: Biological aging is relentless, active and irreversible, causing greater vulnerabilities to the body to external and internal

-
- 1 Universidade Estadual de Londrina
 - 2 Universidade Federal de Alagoas
 - 3 Universidade Federal do Oeste da Bahia
 - 4 Centro universitário de Juazeiro do Norte
 - 5 Universidade Federal do Piauí
 - 6 Universidade Paulista
 - 7 Universidade Estadual do Piauí
 - 8 Universidade Federal do Rio Grande do Norte
 - 9 Centro Universitário Maurício de Nassau
 - 10 Centro Universitário Tocantinense Presidente Antônio Carlos
 - 11 Centro Universitário Santo Agostinho
 - 12 Universidade Presidente Antônio Carlos



aggressions. The objective of this work is to discuss general aspects that occur with aging, as well as the main causes of biological and psychological aging based on the scientific literature. This is a bibliographic review of the narrative literature review method, carried out from March 2022 to May 2022. The guiding question was: “What is the most relevant information about biological and psychological aging in the elderly?” The searches were carried out through the SciELO database (Scientific Electronic Library Online), Google Scholar and the Virtual Health Library (BVS). The descriptors/keywords used were: “Biological aging” and “Psychic aging” combined with the Boolean operator “AND” in the period from 2018 to 2021. Inclusion criteria were original and review studies made available in full in Portuguese. In total, 6

articles made up this study. The various factors of human aging are observed, and they point to losses, changes in sexual functionality, physical changes, in addition, the signs of functional aging appear discreetly throughout life, being called senescence. Biological and psychic aging occurs in different ways in each individual. The approach to aging must be multifaceted, as the quality of life of the elderly population can be positively and negatively affected by a wide range of factors.

Keywords: Elderly; Longevity; Quality of life.

INTRODUCTION

Biological aging is relentless, active and irreversible, causing the body to be more vulnerable to external and internal aggressions (Cepellos, 2021).



There is evidence that the aging process is multifactorial in nature and dependent on genetic programming and changes that occur at the cellular-molecular level.

Consequently, there may be a decrease in the functional capacity of the affected areas and an overload of the homeostatic control mechanisms, which start to serve as a physiological substrate for the influence of age on the presentation of the disease, the response to the proposed treatment and the complications that follow (Raimundo; Cabrita & Gaspar, 2021). The signs of functional deficiencies appear discreetly throughout life, being called senescence, without compromising relationships and decision management. This process cannot be considered a disease. Under baseline conditions, the elderly do not show changes in

functioning when compared with the young. The difference is manifested in situations in which it is necessary to use homeostatic reserves, which, in the elderly, are weaker (Araujo; Afonso; Apolinário, 2021); (Macena, Hermano & Costa, 2018).

Perceptive aging is very different. Some sensory modalities, such as smell, taste, or kinesthesia, are little affected by age, while others, such as hearing, vision, and balance, are severely affected. Of all these perceptual modalities, aging most significantly affects balance, hearing and vision, and this has important, and sometimes serious, consequences at a psychological and social level. On the other hand, auditory and visual sensory deficits seem to be important causes of a general decline in the functioning of intellectual activities (Monteiro & Coutinho,



2020). Given the discussion, this work aims to investigate general aspects that occur with aging, as well as the main causes of biological and psychological aging.

METODOLOGY

This is a bibliographic review of the narrative literature review method, carried out from March 2022 to May 2022. This study is configured as a narrative review, the type of study allows to address the results found in articles of different methodological designs already published, in this sense, allows reviewers to access summarized information. For the construction process to occur in a coherent way, it is essential that the reviewers perform the synthesis of the data in an organized and rigorous way so that the information is reliable (Soares et al., 2014).

With the rise of the academic community in terms of the number of studies published in the health area, literature review studies have gained great prominence. This methodological design allows for greater knowledge of findings in studies with the purpose of expanding the possibility of interventions by professionals in different areas of knowledge. The integrative review allows the reader to identify the diversity of scientific articles within a given subject that encompasses the guiding question of the research, to expand and subdivide the observed results, as well as to make it possible to discuss that add to the field of knowledge. In this sense, this methodological design relies on a broad survey of studies to compose the requirements of scientific research, contributing to the reliability of the data in the research.



This type of study aims to find results, present possible discussions within the objective of the study and synthesize information on the topic or question investigated in a systematic, orderly and comprehensive manner (Ferenhof; Fernandes, 2016). In the construction process, it is necessary for the researcher to plan a synthesis from topics in order to produce a greater understanding of a given subject.

In addition, literature review studies are considered starting points for the production of scientific knowledge, considering that it is through studies of this nature that new questions and hypotheses arise, as well as gaps for new research within a thematic axis (Botelho; Cunha; Macedo, 2011). The elaboration of the integrative review is a methodology that allows the search, the critical evaluation and the

synthesis of available evidence on the investigated topic, where the results found are fundamental for the dissemination of knowledge and to promote relevant interventions for the provision of care and in the reduction of losses in health outcomes, however, makes it possible to recognize weaknesses that could lead to possible investigations (Souza; Marques-Vieira; Severino; Antunes, 2017). The integrative review is considered a valuable tool in the sense of presenting investigations in a comprehensive and systematic way with the objective of presenting results on a topic in question. The research data collection relies on the selection of information carried out in a categorized way, evaluation of the articles included; analysis, discussion and understanding of the results found; and the production of the review (Ercole, Melo,



& Alcoforado, 2015).

The elaboration of the integrative review follows the following steps: 1- Elaboration of the guiding question; 2- Search in databases and sampling; 3- Data collection, 4- Critical analysis. To answer the guiding question of the study: “What is the most relevant information about biological and psychological aging in the elderly?” The searches were carried out through the SciELO database (Scientific Electronic Library Online), Google Scholar and the Virtual Health Library (BVS). The descriptors/keywords used were: “Biological aging” and “Psychic aging” combined with the Boolean operator “AND” published in the period between 2018 and 2021.

The inclusion criteria were original and review studies made available in full, covering the investigated topic in digital

form, in Portuguese. Review articles, incomplete articles, debates, letters to the editor, reviews and abstracts were not included.

At the beginning of the research, 135 publications were obtained, after applying the inclusion and exclusion criteria, 29 articles were partially totaled, after a more accurate reading, the final total of 6 publications was adhered to according to the investigation proposed in the study.

RESULTS AND DISCUSSION

In view of the results found through the search strategy, variables were outlined that best described the evidence observed in the studies. Table 1 below presents the main information of the articles based on the proposed elements: article number, journal, database, author and year of publication, title, objec-



tive, results in evidence and im- portant conclusions.

Nº	Author and year	Title	Objective	Results and conclusions
1	Rocha, 2018.	Human aging and its psychosocial aspects	To carry out a bibliographic review, allowing to make a correlation of the theory presenting aging in a natural way, contemplating psychosocial changes and psychological aspects	Aging is a delicate and painful process because it has problems that affect all areas - social, economic, family and public health, among other contexts; because at this stage there is an increase in chronic degenerative diseases
2	Pereira, 2019	Cognitive function in aging	Discuss the importance of cognitive function in aging	The promotion of active and healthy aging must necessarily include the cognitive dimension, through the implementation of intervention strategies that stimulate and promote an adjusted, or even optimized cognition, in view of what is biologically expected by age and global clinical context.
3	Borson; Romano, 2020.	The genetic process of aging and pathways to longevity	Discuss the evolution of the aging process and ways to increase longevity	Aging is complex and prevents the establishment of parameters regarding chronological age, being a reference in the development process where the interaction between the biological characteristics of growth and maturation are enhanced by physical, mental, emotional, social and motor components. Cellular senescence proceeds to a physiological change that limits the ability of normal cells to replicate.



4	Lima, 2020.	Investigation of Biochemical Markers in Biological Aging and Development of Neurodegenerative Diseases	Identify biochemical markers involved with aging and their potential relevance to the development of neurodegenerative diseases	Changes in lipid profile and oxidative status may be associated with neurodegenerative diseases as a consequence of loss of cellular homeostasis
5	Ferreira et al., 2021	The biology of aging: Telomeres, telomerase and physical activity (A systematic review)	To familiarize the reader with the current issue of telomeres, providing updated and integrated information about their structure and function and the possible relationship between the practice of physical activities and their length and aging, in addition to debating possible mechanisms of action.	Findings reveal telomeres, on average, 200 bp longer in elderly subjects who trained than in the untrained. Studies suggest that moderate physical activity has a protective effect on leukocyte telomere length.
6	Raimundo; Cabrita; Gaspar, 2021	Executive functions and lifestyle in the aging process	It was intended to understand and characterize executive functions and lifestyle in the aging process.	It was found that high age and low level of education affect the performance of executive functions and being in a romantic relationship can work as a protective factor as it increases this performance.

Source: Prepared by authors (2022)

The various factors of human aging are observed, and they point to losses, changes in sexual functionality, physical changes, among others. Relevant issues to be discussed with regard to the different aspects that reflect on aging and, based on this study, some can be located. The physical changes that are



associated with aging can affect some people more than others. Here we talk about: the change in the skin, pallor, elasticity, fat and muscles shrink, hair whitens and becomes thinner, body hair decreasing. There is also a decrease in size due to atrophy of the discs between the vertebrae of the spine, and thinning of the bones may also occur (Cochar-Soares, 2021). Due to the advancement and speed of development of the evolution of technologies, there really is a chronological age to consider aging and how the elderly excel at this contemporary speed.

The signs of functional deficiencies appear discreetly throughout life, being called senescence, without compromising relationships and decision management. This process cannot be considered a disease. Under baseline conditions, the elderly do

not show changes in functioning when compared with the young. The difference is manifested in situations in which it is necessary to use homeostatic reserves, which, in the elderly, are weaker (de Carvalho Cordeiro, 2021).

Normal brain aging shows, from the second decade of life onwards, a discreet, slow and progressive weight decline, which culminates in a decrease in its volume. The microscopic study of neurons reveals changes characterized by: decrease in cytoplasmic RNA and Nissl substance, accumulation of lipofuscin; amyloid deposit in blood vessels and cells and senile plaque; and, less frequently, neurofibrillary tangles - characteristic of Alzheimer's dementia, which can, however, be observed in the brains of elderly people without evidence of dementia and which results in neuronal atrophy by re-



ducing the number of nerve cells (Uessugue, 2022).

Normal aging is associated, in addition to microscopic changes in neurons, to changes in neurotransmitter systems. The dopaminergic and cholinergic systems have diminished actions. Memory decline does not necessarily need to be associated with structural damage, and may occur due to physiological dysfunction and not to neuronal loss (de Maio Nascimento, 2020).

Among the main signs, it is observed, clinically, slowing down in cognitive processing, reduced attention, more difficulty in retrieving learned information and reduced prospective memory and contextual memory. The stored information (intermediate and remote long-term memory) is not affected, but the analysis and comparison of the information that constantly arrives at the

brain, with the explicit and implicit memories stored in the posterior neocortex (Bianchi, de Oliveira & Bertolini, 2015).

These changes do not significantly impair the performance of daily tasks, do not promote limitation of activities or restriction of social participation. The influence of time on cognition also amplifies the differences between the sexes, that is, older men show greater ease in mathematical calculations, while women in executive skills (Constantino et al., 2019).

When analyzing attention, it is known that it represents a complex group of behaviors, in which the individual can select information and ignore others; sustain concentration on information for a period of time; divide attention between two or more aspects at the same time; and change the focus of attention when neces-



sary. The ability of the elderly to divide attention between various stimuli to apprehend a situation is extremely impaired. Other attention functions do not change with aging (Sousa, Fontes & Oliveira, 2019). Fluid capacities, that is, those involved in solving new problems, tend to gradually decline. The speed at which information is processed represents the most evident change in the elderly. Cognitive slowness influences all other functions and may be responsible for cognitive deficit in the elderly, and in the processing of information, greater difficulties in understanding texts, need for richer and longer explanations and more time to perform calculations are observed in the elderly.

From the perspective of psychology, the development of knowledge about the various types of dementia, the advance-

ment of neuroimaging methods and appropriate scientific studies allowed the judgment on the boundary between health and disease in the elderly. Some of the cognitive abilities change over time, while others remain unchanged. Knowledge of the neuropsychological evolution allows us to assess whether any impaired cognitive function means disease (Batistoni, 2009).

Psychic aging or maturing is not naturally progressive nor does it occur unavoidably, as an effect of the passage of time, it also depends on the passage of time, but, above all, on the continuous personal effort in the search for self-knowledge and the meaning of life. With psychic aging, therefore, vulnerability is reduced (Sousa; Lima & Barros, 2021). The elderly person becomes wise enough to accept reality, tolerate pain or the loss of



biological independence, as their safety devices are increasingly effective in their relationship with the world. (da Silva Machado et al., 2022). It is full freedom or psychic independence, as it understands the meaning of life. Organic changes are significant in the aging process and are variable among the elderly. In some, there is a rapid decline of these, in others, little is observed. There is a weakening of immune function due to chronic stress, to the point that they may be more susceptible to respiratory infections. The heart rhythm becomes slower, irregular and blood pressure tends to increase.

FINAL CONSIDERATIONS

Biological and psychic aging occurs in different ways in each individual. The approach to aging must be multifaceted, as

the quality of life of the elderly population can be positively and negatively affected by a wide range of factors.

The complexity of the causes of biological and psychological aging is observed, considering that the related factors mainly involve aspects of a biological, physiological and environmental nature. These signs presented by these events can be more serious with advancing age. As main strategies to avoid non-normal aging, it is recommended to perform routine exams and to organize the environment in which the individual finds himself.

REFERENCES

Araujo, G. B., de Oliveira Afonso, T., da Silva, J. M. D. S., Silva, M. P. B., da Silva, R. K. B., & da Cruz Oliveira, P. A. (2021). A temática “Saúde do Idoso”



- na Revista Brasileira Multidisciplinar: Análise de uma década (2010–2020). *Research, Society and Development*, 10(9), e54410918309-e54410918309.
- Batistoni, S. S. T. (2009). Contribuições da Psicologia do Envelhecimento para as práticas clínicas com idosos. *Revista Psicologia em Pesquisa*, 3(2).
- BIANCHI, A. B., DE OLIVEIRA, J. M., & BERTOLINI, S. M. M. G. (2015). Marcha no processo de envelhecimento: alterações, avaliação e treinamento. *Uningá Journal*, 45(1).
- Botelho, L. L. R., de Almeida Cunha, C. C., & Macedo, M. (2011). O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. *Gestão e sociedade*, 5(11), 121-136.
- CEPELLOS, V. (2021). Feminização do envelhecimento: um fenômeno multifacetado muito além dos números. *Revista de Administração de Empresas*, 61.
- Cochar-Soares, N., Delinocente, M. L. B., & Dati, L. M. M. (2021). Fisiologia do envelhecimento: da plasticidade às consequências cognitivas. *Revista Neurociências*, 29.
- Constantino, A., Rocha, E. S., de Oliveira, O. M. P., & Monteiro, M. M. D. O. (2019). Declínios fisiológicos e fisiopatológicos do sistema locomotor durante o envelhecimento humano: uma revisão bibliográfica. *Anais VI CIEH, Campina Grande: Realize Editora*, 1-8.
- da Silva Machado, B. A., Gondim, J. B., da Silva, G. T., da Silva, I. T., Marques, H. D. C., dos



- Santos Segunda, M. O. B., ... & da Silva Freitas, F. V. (2022). Percepção da equipe multidisciplinar na qualidade de vida do idoso. *Revista de Casos e Consultoria*, 13(1), e13127795-e13127795.
- de Carvalho Cordeiro, T. D., Silva, L. M., Araujo Monteiro, E., de Farias Pontes, M. D. L., Golgheto Casemiro, F., & Partezani Rodrigues, R. A. (2021). Alterações fisiológicas da visão durante o envelhecimento: percepção de idosos e profissionais. *Investigación y Educación en Enfermería*, 39(3).
- de Maio Nascimento, M. (2020). Uma visão geral das teorias do envelhecimento humano. *Saúde e Desenvolvimento Humano*, 8(1), 161-168.
- Ercole, F. F., Melo, L. D., & Alcoforado, C. L. G. C. (2014). Revisão integrativa versus revisão sistemática. *Rev Min Enferm*, 18(1), 9-12.
- Ferenhof, H. A., & Fernandes, R. F. (2016). Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SSF. *Revista ACB*, 21(3), 550- 563.
- Macena, W. G., Hermano, L. O., & Costa, T. C. (2018). Alterações fisiológicas decorrentes do envelhecimento. *Revista Mosaicum*, (27), 223-238.
- Monteiro, R. E. G., & Coutinho, D. J. G. (2020). Uma breve revisão de literatura sobre os idosos, o envelhecimento e saúde. *Brazilian Journal of Development*, 6(1), 2358-2368.
- Raimundo, M., Cabrita, T., & Gaspar, T. (2021, July). FUNÇÕES EXECUTIVAS E ESTI-



LO DE VIDA NO PROCESSO DE ENVELHECIMENTO. In Congresso Internacional em Saúde (No. 8).

Soares, C. B., Hoga, L. A. K., Peduzzi, M., Sangaleti, C., Yonekura, T., & Silva, D. R. A. D. (2014).

Revisão integrativa: conceitos e métodos utilizados na enfermagem. Revista da Escola de Enfermagem da USP, 48(2), 335-345.

Sousa, L. M. M., Marques-Vieira, C. M. A., Severino, S. S. P., & Antunes, A. V. (2017). A metodologia de revisão integrativa da literatura em enfermagem. No21 Série 2-Novembro 2017, 17.

Sousa, N. F. D. S., Lima, M. G., & Barros, M. B. D. A. (2021). Desigualdades sociais em indicadores de envelhecimento ativo: estudo de base populacional. Ciência & Saúde Coletiva, 26, 5069-5080.

Sousa, H. J. S., Fontes, L. A. X., & Oliveira, P. C. D. C. R. (2019). Análise da abordagem fisioterapêutica nas alterações senescentes e senis do sistema musculoesquelético. Revista da FAESF, 3(2).

Uessugue, P. (2022). Idoso: senescência e senelidade.



PREDISPOSING FACTORS FOR PHYSICAL INACTIVITY IN THE COVID-19 PANDEMIC CONTEXT

Gustavo Baroni Araujo¹

Jordane Gomes dos Santos²

Paloma Silva Pereira³

Júlio Cesar Pereira da Silva⁴

Anderson Fernandes de Carvalho Farias⁵

Paulo da Costa Araújo⁶

Joelma Maria dos Santos da Silva Apolinário⁷

Laura Guerra Lopes⁸

Maciélia Carvalho de Freitas⁹

Sabrina Pereira Barros¹⁰

Vanderleia Brito Gonçalves¹¹

Délio Guerra Drummond Júnior¹²

Abstract: Introduction: The -CoV-2 virus has been causing pandemic caused by the SARS- major impacts on public health.

-
- 1 Universidade Estadual de Londrina
 - 2 Universidade Federal de Alagoas
 - 3 Universidade Ceuma
 - 4 Universidade Paulista
 - 5 Universidade Presidente Antônio Carlos
 - 6 Centro Universitário do Maranhão (UNICEUMA)
 - 7 Centro Universitário Maurício de Nassau
 - 8 Universidade Católica de Pernambuco
 - 9 Universidade Norte do Paraná (UNOPAR)
 - 10 Universidade Federal do Piauí
 - 11 Universidade Federal do Piauí
 - 12 Universidade Federal do Oeste da Bahia



The main risk factor for the development of comorbidities is a sedentary lifestyle, so, due to the readjustment of habits, the emergence of negative impacts from this process is noticeable, such as the increase in physical inactivity and the acquisition of habits harmful to health. In this way, several recommendations have been released drawing attention to the follow-up of physical activity during the pandemic. Objectives: To identify in the literature, scientific evidence about the predisposing factors for physical inactivity during the Covid-19 pandemic. Methodology: This is an integrative literature review, through a descriptive and exploratory effort, carried out in the scientific databases: MEDLINE, SCIELO, BRISA and LILACS. Results and Discussions: From the realization of the titles and abstracts of the articles, 15 stu-

dies were selected and after reading in full, 11 were left to compose the final sample. In view of the analysis of the literature, it was evidenced that the lack of adherence to programs for physical exercises at home, through new technologies, blocked the integral assistance to the citizen in the context of the promotion of physical activity, as well as pre-existing factors even before the pandemic, such as diseases non-communicable diseases, chronic degenerative diseases, long periods of physical immobility and social inequalities. Final considerations: The study showed that the difficulties in carrying out the practice exist, although there are paths that can be outlined to reverse this scenario. Therefore, public policies to promote physical activity are suggested, which are more consistent on the part of government agencies. In



addition, adherence to technological resources also becomes a relevant alternative, combined with health education actions, so that the population has knowledge about the benefits and correct guidelines on how to carry out the practices.

Keywords: Covid-19, Physical activity, Pandemic.

INTRODUCTION

The pandemic caused by the SARS-CoV-2 virus, called coronavirus, emerged in December 2019, in the city of Wuhan, China, and since then has been spreading across all continents, with unprecedented patterns. The World Health Organization, on March 11, 2020, designated COVID-19 (a disease caused by SARS-CoV-2) as a pandemic and a global health problem (COSTA

et al., 2020).

Between May and June 2020, the American continent became the epicenter of the pandemic, standing out for the large number of cases confirmed by the coronavirus. In order to control the spread of the virus, the World Health Organization, defined preventive measures related to isolation measures in periods of quarantine, social distance, personal hygiene with gel alcohol and use of mask, were the main preventive measures determined to reduce the spread of the disease (GUIMARÃES et al., 2020; SOUZA et al., 2020).

Until the arrival of vaccines, to immunize the population, several impacts were caused by social isolation and confinement measures. In this way, the physical and mental health of the population was seriously affected during the pandemic. Staying at



home without contact with the outside world was a predisposing factor for various psychological illnesses and physical comorbidities (SILVA et al., 2021).

The main risk factor for the development of comorbidities is a sedentary lifestyle, so, due to the readjustment of habits, the emergence of negative impacts from this process is noticeable, such as the increase in physical inactivity and the acquisition of habits harmful to health. Thus, several recommendations have been made public, calling attention to the follow-up of physical activity during the pandemic (BOTERO et al., 2021; OLIVEIRA et al., 2021).

The practice of physical exercises is associated with acute and chronic responses in several components of the immune system, promoting the stimulation of parameters related to cellular

immunity and reducing the risk of infection by different agents. The practice of physical exercises is beneficial to health, as they have anti-inflammatory effects on the body, act to reduce visceral adipose tissue, in addition to being responsible for the release of pro-inflammatory adipokines (BECCHI et al., 2021; COSTA et al., 2020).

Exercises are also related to preventing diseases in the cardiovascular system, strengthening memory, reducing blood pressure, controlling the glyce-mic index, helping to strengthen muscles, bones and joints, improving self-esteem and controlling depression. In general, physical exercise combats physical inactivity and obesity, which is currently one of the biggest public health problems (COSTA et al., 2020).

According to the report



“World Health Statistics 2021”, released by the World Health Organization (WHO), in Brazil, more than a fifth (22%) of the adult population is obese; the rate is 10.8% among those aged between 5 and 19. Physical inactivity is associated with deleterious health effects, negatively influencing several cardiometabolic markers, increasing the risk of comorbidity or even worsening pre-existing conditions such as chronic diseases (WHO, 2021; GOMES, et al., 2020).

In addition, according to the study carried out in 2021 by the Oswaldo Cruz Foundation (Fiocruz) in partnership with the State University of Campinas (Unicamp) and the Federal University of Minas Gerais (UFMG), it was shown that 44,062 Brazilians, 62% of respondents stopped doing any kind of exercise during the pandemic. Thus, it

is clear how much physical inactivity is present during the pandemic, thus characterizing it as a threat to health (PITANGA et al., 2020).

Given the discussion, this study aims to identify in the literature, scientific evidence about the predisposing factors for physical inactivity during the Covid-19 pandemic.

METHODOLOGY

To carry out this study, the scientific research was carried out through an integrative literature review, through a descriptive and exploratory effort, whose purpose was to gather and synthesize results obtained in studies already published on the subject. To carry out this integrative review, the steps proposed by Mendes, Silveira and Galvão, (2008) in their methodology were



followed, which are:

1. Choice of topic and research question;
2. Delimitation of inclusion and exclusion criteria;
3. Extraction and limitation of information from selected studies;
4. Analysis of the studies included in the review;
5. Analysis and interpretation of results;
6. Presentation of the review or synthesis of knowledge.

The research problem was reformulated in the following guiding question: What are the predisposing factors for physical inactivity during the Covid-19 pandemic?

To identify the responses of this study, the research was carried out between March and April 2022, through electronic searches in the Virtual Health

Library (BVS), in scientific databases: Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MEDLINE)), Scientific Electronic Online Library (SCIELO), Regional Database of Health Technology Assessment Reports in the Americas (BRISA) and Latin American and Caribbean Literature on Health Sciences (LILACS), crisscrossing the keywords registered in the Descriptors in Health Sciences (DeCS): “COVID-19”, “Physical activity”, “Sedentary lifestyle”, “Pandemic” and “Motor activity”, intermediated by the Boolean operators ‘AND’ and ‘OR’.

For the selection of articles, complete, original, free and available studies published in the last 3 years, in English and Portuguese, were included. The exclusion criteria defined included: theses, monographs, duplicated works in more than one database,



review studies and those that did not correspond to the proposed objective.

With the accomplishment of the searches, the results of 58 articles were obtained, distributed respectively in the databases: 12 in MEDLINE, 25 in SCIELO, 8 in BRISA and 13 in LILACS. With the application of the established inclusion and exclusion criteria, this number reduced to 33, with 4 in MEDLINE, 16 in SCIELO, 4 in BRISA and 9 in LILACS.

authors, year of publication and objectives, structured according to chronological order of classification (from the most recent to the oldest).

RESULTS AND DISCUSSION

From the realization of the titles and abstracts of the articles, 15 studies were selected and with the reading in full, 11 were left to compose the final sample. The selected articles were organized in Table 1, with the respective information: titles,



Table 1. Articles selected for sample.

Nº	TITLE	AUTHOR	YEAR	GOALS
1	Impacts of social isolation on physical exercise during the coronavirus pandemic.	Oliveira et al.,	2021	Identify the impacts and main consequences of social isolation in the practice of physical exercises during the Covid-19 pandemic.
2	Changes in the prevalence of physical inactivity and sedentary behavior during the COVID-19 pandemic: a survey of 39,693 Brazilian adults.	Silva et al.,	2021	To analyze changes in the prevalence of physical inactivity and sedentary behavior according to correlates during the COVID-19 pandemic among Brazilian adults.
3	Encouraging physical activity: NASF strategies amid the Covid-19 Pandemic.	Becchi et al.,	2021	Establish a remote service plan providing guidance and prescriptions for physical exercises through digital platforms, ensuring the continuity of the work of professionals to encourage physical activity.
4	Impact of staying at home and social isolation, due to COVID-19, on the level of physical activity and sedentary behavior in Brazilian adults.	Botero et al.,	2021	To investigate the impact of the 2019 coronavirus pandemic on the level of physical activity and sedentary behavior among Brazilians aged ≥ 18 years.
5	General recommendations for health care and physical activity vs. COVID-19 pandemic.	Vancini et al.,	2021	Provide information and recommendations related to the practice of physical activity (PA) for the clarification of health professionals and people related to sport and PA. We therefore intend to assist in health education and promotion



through prevention strategies related to the pandemic and the practice of physical activity.

- | | | | | |
|-----------|---|--------------------|------|---|
| 6 | Impacts of COVID-19 on cardiorespiratory fitness: functional exercises and physical activity. | Souza et al., | 2020 | Understand the impacts of COVID-19 on cardiorespiratory functionality, performing ADL, in addition to presenting a look at the benefits of pre- and post-pandemic physical activity. |
| 7 | Physical inactivity, chronic diseases, immunity and covid-19. | Guimarães et al., | 2020 | To invite health professionals, their respective regulatory councils, universities, research support foundations, media, political authorities and lay citizens to raise awareness of immunity and health in the medium to long term control of the current pandemic. |
| 8 | Discourses of Brazilian health institutions on physical activity at the beginning of the COVID-19 pandemic. | Knuth & Freitas | 2020 | To analyze the discourses produced by health institutions on physical activity at the beginning of the COVID-19 pandemic (March and beginning of April) in Brazil. |
| 9 | Practice of physical activity in the midst of the COVID-19 pandemic: a population-based study in a city in southern Brazil. | Crochemore et al., | 2020 | To describe the practice of leisure-time physical activity (AFL) amid the COVID-19 pandemic in the city of Rio Grande do Sul, evaluating inequalities between the sexes and educational groups and differences according to the level of social distance. |
| 10 | Influence of social distancing on the level of physical activity during the COVID-19 pandemic. | Costa et al., | 2020 | To investigate how social distancing measures to combat COVID-19 have influenced the level of physical activity of Brazilian adults. |



- 11 Physical inactivity, obesity and COVID-19: perspectives across multiple pandemics. Pitanga et al., 2020
- To analyze the interface between the physical inactivity, obesity and COVID-19 pandemics, drawing attention to the importance of continuing and/or increasing the practice of physical activity as a strategy to minimize the adverse effects of the current and possible future pandemics, which may require social distancing.

Source: Authors, 2022.

With the analysis of the literature, some outcomes of physical inactivity associated with Covid-19 were evidenced. According to Oliveira et al., (2021), in their study, the author points out the systemic consequences related to the reduction of people's mobility in general, highlighting that social isolation allows the growth of risks related to metabolic diseases, a since, people tend to spend most of their time in sedentary behavior. These behaviors, in addition to having a harmful effect on physical and mental health, also harm undue

people who already have comorbidities.

According to Silva et al., (2021), the prevalence of physical inactivity and sedentary behavior have been identified as consequences of technological developments, practicality and long working hours, in addition to the increase in screen times (Television, computer/tablet), both in children and adolescents and in adults, thus, it was pointed out that sedentary behavior has been frequently observed in all age groups of the Brazilian population during the COVID-19



pandemic.

For Becchi et al., (2021), the lack of adherence to programs for physical exercise at home, through new technologies, has blocked comprehensive care for citizens in the context of promoting physical activity, which is one of the greatest needs of Brazilian cities, given that the lack of commitment of health services in relation to the incorporation of technologies to offer physical health promotion, leave the population more vulnerable and lead to a sedentary lifestyle.

In this same line of thought, Vancini et al., (2021), reinforces that for the reduction of sedentary behavior to occur, the practice of physical activities needs to be stimulated by public authorities. Therefore, health education is the main means of mitigating the problems associated with this problem, although it

is still a precarious assistance in public services.

According to Botero et al., 2021, the author demonstrates in his study that some factors that already existed before social isolation caused a greater risk of impact on the reduction of the level of physical activity, being influenced by issues of age and the presence of chronic diseases. Physical inactivity before social isolation had a greater risk of impact on reducing the level of exercise, since self-indulgence is already persistent and negatively influenced physical and psychological well-being.

On the other hand, Souza et al., 2020 highlights an important point that is about social inequalities, showing that this factor directly reflects on the low adherence to performing functional exercises at home during COVID-19, since the low social



class is the one that is being most affected and often has no guarantee of instrumentation and access to knowledge or how to seek assistance or professional guidance to encourage the practice.

Mental problems developed during confinement measures were addressed by Guimarães et al., (2020) and Knuth & Freitas (2020), as threats to self-esteem, self-confidence and physical self-care, compromising a healthy lifestyle, with no desire to perform exercises and facilitating the triggering of lowering of mood, such as depression or bipolar disorder.

Inequalities between gender and level of education were pointed out by Crochemore et al., (2020), problematizing that there are sociocultural impediments that play a central role in the lives of Brazilians, while the greater visibility of this scenario

in the practice of activities is concentrated for a minimal portion of the population. social, highlighting a dilemma that had already come even before the pandemic.

In the wake of this discussion, Costa et al., (2020) also finds that these factors already influenced the level of physical activity before the pandemic, the results of their study indicated that during Covid-19, in cases of chronic degenerative diseases, of the circulatory system (CADs), cancer and osteoporosis showed reductions in their predictive power.

In summary, Pitanga et al., (2020) state that physical inactivity, also considered a pandemic, is a serious public health problem in the world. we problematize the government's speeches for the conduct of physical activity, where individuals and



families were asked to practice exercises at home, without guarantee of instrumentalization or access to the knowledge of professionals in this area. In other words, it is not enough just to propagate them, the investment also needs to be made to guarantee systematic and comprehensive assistance.

FINAL CONSIDERATIONS

In the course of this research, it was evidenced by the scientific literature, some factors that make it difficult to practice physical exercises at home during the pandemic. This field of investigation was prioritized due to the fact that there are difficulties and gaps in knowledge about the consequences of physical inactivity. The study showed that the difficulties in carrying out the practice of physical activity exist,

although there are ways that can be outlined to reverse this scenario.

Therefore, public policies to promote physical activity are suggested, which are more consistent on the part of government agencies. In addition, adherence to technological resources also becomes a relevant alternative, combined with health education actions, so that the population has knowledge about the benefits and correct guidelines on how to carry out the practices.

REFERENCES

Botero, J. P., Farah, B. Q., Correia, M. D. A., Lofrano-Prado, M. C., Cucato, G. G., Shumate, G., ... & Prado, W. L. D. (2021). Impacto da permanência em casa e do isolamento social, em função da COVID-19, sobre o nível de atividade física e o comporta-



- mento sedentário em adultos brasileiros. Einstein (São Paulo), 19.
- Becchi, A. C., Moisés, S. C. C., Lovato, N. S., Harami, G. H., da Silva Alcântara, V. C., de Azevedo Barbosa, V. C. A., & Machado, R. A. (2021). Incentivo a prática da atividade física: estratégias do NASF em meio à Pandemia de Covid-19. APS EM REVISTA, 3(3), 176-181.
- Costa, C. L. A., Costa, T. M., Barbosa Filho, V. C., Bandeira, P. F. R., & Siqueira, R. C. L. (2020). Influência do distanciamento social no nível de atividade física durante a pandemia do COVID-19. Revista brasileira de atividade física & saúde, 25, 1-6.
- Crochemore-Silva, I., Knuth, A. G., Wendt, A., Nunes, B. P., Hallal, P. C., Santos, L. P., ... & Pellegrini, D. D. C. P. (2020). Prática de atividade física em meio à pandemia da COVID-19: estudo de base populacional em cidade do sul do Brasil. Ciência & Saúde Coletiva, 25, 4249-4258.
- Ferreira, J. S., Cruz, R. P. V., de Assis, T. C., & Dellagrana, R. A. (2021). Comportamento sedentário de adultos e idosos durante a pandemia de COVID-19. Journal of Health & Biological Sciences, 9(1), 1-5.
- Guimarães, T. T., Santos, H. M. B. D., & Sanctos, R. T. M. (2020). INATIVIDADE FÍSICA, DOENÇAS CRÔNICAS, IMUNIDADE E COVID-19. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 26, 378-381.
- Knuth, A. G., de Carvalho, F. F. B., & Freitas, D. D. (2020). Discursos de instituições de saúde brasileiras sobre atividade física



no início da pandemia de COVID-19. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, 25, 1-9.

Oliveira, V. V., Rocha, M. R., Lisboa, R. S., & da Silva Santos, S. K. L. (2021). IMPACTOS DO ISOLAMENTO SOCIAL NA PRÁTICA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS DURANTE A PANDEMIA POR CORONAVÍRUS. *Gep News*, 5(1), 95-98.

Pitanga, F. J. G., Beck, C. C., & Pitanga, C. P. S. (2020). Inatividade física, obesidade e COVID-19: perspectivas entre múltiplas pandemias. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, 25, 1-4.

Souza Filho, B. A. B. D., & Tri-tany, É. F. (2020). COVID-19: importância das novas tecnologias para a prática de atividades

físicas como estratégia de saúde pública. *Cadernos de Saúde Pública*, 36, e00054420.

Silva, D. R. P. D., Werneck, A. O., Malta, D. C., Souza Júnior, P. R. B. D., Azevedo, L. O., Barros, M. B. D. A., & Szwarcwald, C. L. (2021). Mudanças na prevalência de inatividade física e comportamento sedentário durante a pandemia da COVID-19: um inquérito com 39.693 adultos brasileiros. *Cadernos de Saúde Pública*, 37.

Vancini, R. L., Leopoldo, A. P. L., Carletti, L., Guimarães-Ferreira, L., Leopoldo, A. S., Leite, R. D., ... & Bocalini, D. S. (2021). Recomendações gerais de cuidado à saúde e de prática de atividade física vs. pandemia da COVID-19. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, 20(1), 3-16.



Souza, Breno Augusto Bormann de e Tritany, Érika Fernandes COVID-19: importância das novas tecnologias para a prática de atividades físicas como estratégia de saúde pública. Cadernos de Saúde Pública [online]. v. 36, n. 5 [Acessado 7 Abril 2022] , e00054420. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-311X00054420>>. ISSN 1678-4464. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00054420>.



ANÁLISE DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE ÀS MARGENS DO RIO SALGADO NA ZONA URBANA DO MUNICÍPIO DE AURORA-CE

ANALYSIS OF PERMANENT PRESERVATION AREA ON THE BANKS OF THE SALGADO RIVER IN THE URBAN ZONE OF THE MUNICIPALITY OF AURORA, STATE OF CEARÁ, BRAZIL

Guilherme Rodrigues Gomes¹

Nayanne Maria Gonçalves Leite²

José Deomar de Souza Barros³

Resumo: As áreas localizadas em nascentes e nos chamados “olhos d’água”, independentemente de sua topografia, são consideradas áreas de preservação permanentes, podendo ou não ser coberta por vegetação nativa que contribuem para conservar os re-

cursos naturais da localidade, por meio da delimitação das áreas impróprias para o uso da terra, a fim de manter a cobertura vegetal original. Os meios urbanos sofrem degradação em decorrência da falta de planejamento e de saneamento básico. Dessa forma, a

1 Graduando em Ciências Biológicas – Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

2 Doutoranda em Engenharia Civil e Ambiental - Universidade Federal da Paraíba – UFPB

3 Docente do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas; Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Doutor em Recursos Naturais pela UFCG; Professor Adjunto da UFCG



presente pesquisa teve por objetivo analisar a área de preservação permanente (APP) às margens do Rio Salgado na zona urbana do Município de Aurora - CE. O delineamento da pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso que seguiu as seguintes etapas: revisão bibliográfica, delimitação da área de estudo, seleção de indicadores, visitas in loco e identificação de problemas. Os resultados obtidos indicam que às margens do rio foram altamente degradadas, devido à supressão da vegetação e urbanização, além da contaminação dos recursos hídricos, devido aos seguintes fatores: construção de casas, empreendimentos e praça dentro da área protegida, contaminando por esgotos residenciais e do próprio sistema de esgotamento, além de resíduos sólidos e líquidos provindos de meios de transporte, poluição sonora e lumino-

sa, que dificultam a habitação e passagem de animais endêmicos. Assim, conclui-se que as delimitações e tratamentos necessários para a APP previsto por lei, não obtiveram êxito e continuam em processo de apropriação para a urbanização. Assim, as atividades antrópicas observadas causam danos para o meio natural e à própria população, expondo-os a doenças e enchentes.

Palavras-Chave: Impactos ambientais. Rio. Urbanização.

Abstract: Regardless of their topology, areas located at springs are considered permanent preservation areas in Brazil. Such areas may or may not be covered by native vegetation and contribute to the conservation of local natural resources through the determination of areas that are improper for land use in order to maintain the



original plant coverage. Urban environments suffer degradation due to the lack of planning and basic sanitation. The aim of the present study was to analyze the permanent preservation area on the banks of the Salgado River in the urban zone of the municipality of Aurora, state of Ceará, Brazil. A case study was conducted involving the following steps: bibliographic review, determination of the study area, selection of indicators, on-site visits, identification of problems and the presentation of a proposed solution. The results indicated that the banks of the river were highly degraded due to urbanization and the removal of vegetation. The water resource was contaminated due to the construction of houses, enterprises and a public square in the protected area and was contaminated by residential sewage and the sewage system itself as

well as solid and liquid waste from means of transportation, noise pollution and light pollution, which hinder the habitation and movements of endemic animals. In conclusion, the area limits and treatments necessary for the permanent protection area stipulated by law have not been successful due to the continued process of appropriation for urbanization. Thus, human activities cause harm to the natural environment and the population itself, exposing these elements to diseases and floods.

Keywords: Environmental impacts. River. Urbanization.

INTRODUÇÃO

Em decorrência da expansão urbana e dos sistemas de consumo, houve um alto crescimento na taxa de desmatamento



das florestas tropicais, impactando a biodiversidade do Planeta, causada especialmente pela transformação das áreas de floresta natural em áreas de atividade agrícola, pecuária, mineração, entre outras. Consoante a isto, para regular e limitar a perturbação humana ao meio ambiente, o artigo 2º do Código Florestal Brasileiro - Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 - prevê a criação de Áreas de Proteção Permanente (APP). Nessas áreas, a cobertura vegetal original não pode ser removida, permitindo que ela desempenhe sua plena função ambiental (RIBEIRO et al., 2005).

Assim como prevê a Lei Federal 12.651/12, são consideradas áreas de preservação permanente as áreas situadas nas nascentes mesmo que intermitentes e nos chamados “olhos d’água”, qualquer que seja sua topografia. A área pode ser ou não co-

berta com vegetação nativa com função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteção do solo e bem-estar das populações humanas (NEVES, 2014).

Segundo Campos et al. (2012), às áreas de preservação permanente foram criadas para proteger o meio ambiente na sua forma natural, através da delimitação das áreas impróprias para o uso da terra, a fim de manter a cobertura vegetal original. Dessa forma, torna-se necessário a sua preservação para que não acometa prejuízos hídricos e ambientais na região equivalente. Conforme Veigas (2014), através da busca por revogar e alterar a Lei nº 4.771/65, para que tenha maiores restrições e preservem melhor o habitat, surgiu as Leis nº12.652/12 e nº 12.727/12 do



novo Código Florestal Brasileiro que regem as App's e apresentam suas devidas regras e delimitações, de modo que preservem o local e suas composições físicas e biológicas.

O ambiente urbano representa o nível mais sistêmico das relações humanas e representa uma área de constante interferência social com o meio ambiente natural que o circunda, levando na maioria dos casos a um acentuado desequilíbrio que leva a diferentes implicações no tratamento das questões humanas, ambientais e sociais (PEDRO, 2011).

A ocupação das áreas de preservação permanentes de cursos d'água em cenários urbanos devido ao crescimento desordenado da malha urbana, tem causado grandes preocupações em decorrência da apresentação de sérios danos ambientais, como

poluição por produtos descartados e disposição de esgotos devido a falta de saneamento, além de representar riscos à própria população, riscos aos quais incluem tanto alagamentos quanto contaminação por resíduos dispostos nas águas, que também contribuem para o abastecimento regional (BILAC; ALVES, 2014).

Assim, a presente pesquisa teve por objetivo analisar a área de preservação permanente às margens do Rio Salgado na zona urbana do Município de Aurora - CE.

MATERIAL E METÓDOS

A pesquisa constituiu na análise da área de preservação permanente da zona urbana da cidade de Aurora - CE, às margens do Rio Salgado. Para isso, verificou-se a área preservada pertencente às delimitações do código



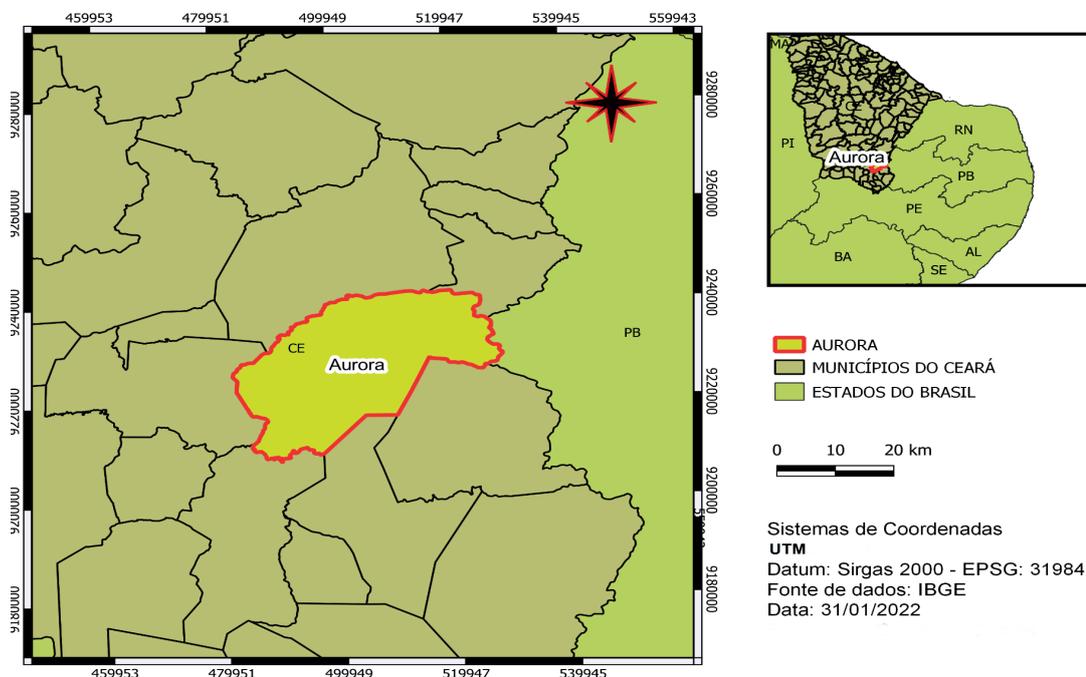
florestal, apurando os principais problemas ambientais locais, assim como as suas consequências à população local.

Caracterização da área de estudo

A área de estudo está situada no município de Aurora-CE que fica localizado na mesorregião do Sul Cearense, microrregião de Barro, região político-administrativo do Cari-

ri, possuindo 24.567 habitantes e uma área de 885,870 km² segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021), estando a 283 metros acima do nível do mar, tem como municípios limítrofes, ao Norte, Lavras da Mangabeira e Ipaumirim; ao Sul, Barro, Milagres e Missão Velha; ao Leste, Cachoeira dos Índios – PB e; a Oeste, Caririçu, sendo também cortado pelo Rio Salgado.

Figura 01. Município de Aurora



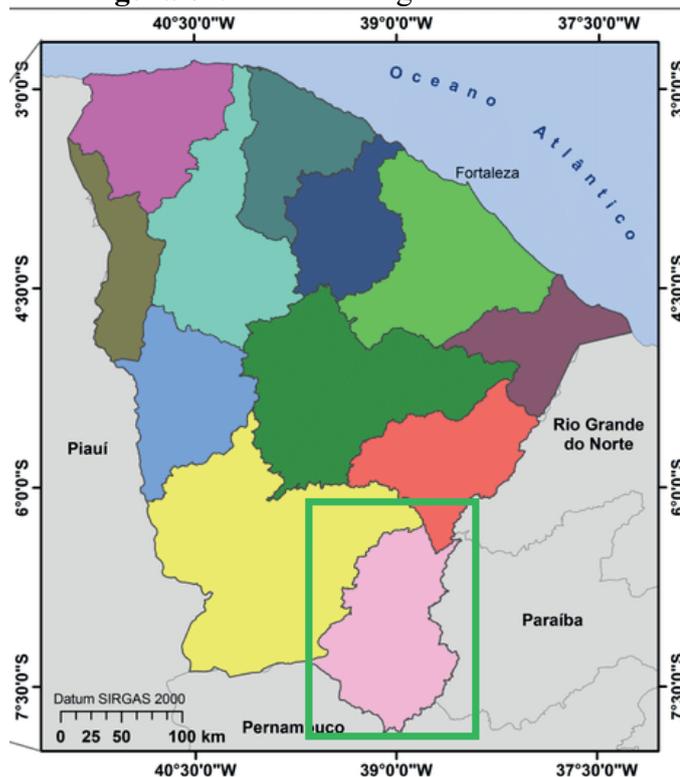
Fonte: Autoria própria (2022).

O Rio Salgado possui uma extensão de 308 km, está situado na porção sudeste do Estado do Ceará, inscrita num macro polígono das secas cujas coordenadas abrange 6°00' a 7°50' de latitude Sul e 38°30' a 39°45' de longitude Oeste, é o principal afluente da sub-bacia do Salgado (RIBEIRO, 2017) e possui suas nascentes na Chapada do Araripe, na divisa dos estados de Ceará e Pernambuco (COGERH, 2007).

A sub-bacia do Salgado faz parte da margem direita do Rio Jaguaribe, possui oferta hídrica superficial e é determinada pelos 14 açudes, monitorados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), com uma capacidade de acumular 447.410.000 m³ de água (CBHS, 2019). Drenando 13.450,95 km²,

corresponde a 9,07% do território estadual, composta por 23 municípios, contando com uma população de 974.575 habitantes (IBGE, 2020), faz parte das 5 regiões da bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe, que é um dos principais afluentes da bacia do Rio Jaguaribe, considerada a maior bacia hidrográfica do Ceará (CSBH, 2019).



Figura 02. Bacias hidrográficas do Ceará

Fonte: (CHAVES, 2016) Adaptado pelos autores

Procedimentos metodológicos

O estudo de caso foi desenvolvido em seis etapas, conforme ilustra o fluxograma (figura 03), que exemplifica os passos adotados ao progresso do trabalho, onde será realizado às análises bibliográficas que embasam a obra, posteriormente havendo a coleta, análise e conclusões

acerca da área de concentração.

O trabalho fundamenta-se na legislação e imagens processadas no software Qgis para integrar o estudo de natureza qualitativa.



Figura 03. Fluxograma metodológico

Fonte: Autoria própria (2022)

Para a delimitação da área de estudo, foi utilizado o Código Florestal Brasileiro no artigo 4º da lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que apresenta a largura mínima dos cursos d'água e respectivamente o tamanho da sua área de proteção:

- I) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; II) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- III) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham

de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; IV) 200 (duzentos) metros, para cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; V) 500 (quinhentos) metros, para cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros (BRASIL, 2012).

Para tanto, o curso d'água em questão possui 30 metros de largura, adequando-se a uma área de preservação permanente correspondente a 50 metros



nas suas margens. A delimitação do espaço através do software Quantum Gis 3.16 utilizou-se de imagens de satélite que foram obtidas através de um basemap (mapa base) do Bing Virtual Earth, aproximando-o da área de estudo sendo devidamente georeferenciado, utilizando alguns plugins e o sistema de referência de coordenadas de origem o EPSG: 31984 / UTM (Universal transversa de mercator) zone 24S - Sirgas2000, criando uma nova camada vetorial relativa ao rio e posteriormente o manuseio de Buffers (áreas de influência), para a delimitação da app, conseguinte a isso gerando o layout do mapa, acrescentando alguns itens para a impressão.

Para a seleção de indicadores, foi realizado um levantamento bibliográfico no Google Scholar, utilizando de palavras chave como “indicadores”, “â-

bito urbano” e “APPs” para realizar as seguintes pesquisas: “indicadores para o âmbito urbano” e “indicadores para APPs no âmbito urbano” em português, em busca de produções científicas que utilizam do mesmo método, selecionando-a e posterior seus indicadores que melhor se adequa às condições do trecho, no campo do saneamento, ocupação e distância da malha ocupada.

Conforme se enquadrado o estudo, os indicadores e devidas definições de Freitas et al. (2013): Proximidade da área urbana: construção e localização de ruas, bairros e loteamentos próximos aos cursos d’água em questão, responsáveis pelo desmatamento local; contaminação dos cursos de água com despejo de esgoto: derramamento de esgoto residenciais, de empreendimentos e do próprio sistema de esgoto local nas dependências da



app e/ou do rio, contribuindo para a poluição das águas; proximidade à malha viária: predomínio de estradas e vias, adjacente a zona de app, causando a contaminação por rejeitos e resíduos líquidos provenientes de meios de transporte; e predomínio da ocupação antrópica dentro da app: qualquer intervenção/construção de responsabilidade e participação da comunidade civil ou de apenas um indivíduo, ocasionando a degradação do local.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Rio Salgado é um importante meio econômico e social regional, que cruza o centro da cidade de Aurora, com margens compostas por ruas e bairros, como Centro e Aurora Velha, localizados do lado esquerdo do rio e a Vila Paulo Gonçalves, ao lado direito. Interligados e não interligados pela ponte sobre o curso d'água (figura 04).

Figura 04. APP da área de estudo e os bairros



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Conforme apresenta a ilustração acima, a área de preservação permanente é composta pelos bairros mais povoados da cidade, possuindo pouca vegetação nativa, com apenas pequenas árvores às margens, mas constituídas principalmente de atividade antrópicas, como galpões, casas e praças (figura 05 e 06), com grande proximidade das áreas urbanas, expostos a alagamentos e deslizamentos, além de contaminação do rio por esgotos e rejeitos.

Assim como discute Maia e Pitton (2009), devido a expansão das cidades e intervenção dos canais fluviais, ocorre um aumento de até 10 vezes nas vazões máximas nos cursos fluviais, em função da impermeabilização e canalização do leito fluvial, pro-

vocando enchentes vinculadas à urbanização, ocorrendo geralmente nas microbacias e quando estas, combinadas às grandes bacias hidrográficas e à distribuição dos eventos pluviais extremos, dão origem às inundações.



Figura 05. Casas e galpões próximos ao rio

Fonte: Arquivo dos autores (2022)

Figura 06. Análise da realidade local

Fonte: Autoria própria (2022)

No quesito contaminação dos cursos d'água com despejo de esgotos, durante as visitas in loco foi observado o despejo de esgotos residenciais e do próprio sistema de esgoto local, que

se acumulam em córregos a céu aberto nas dependências da cidade até desaguiarem no leito do rio (figuras 07 e 08). Conforme exposto na carta de desempenho ao consumidor do município



em questão, desenvolvido pela ARCE (Agência Reguladora do Estado do Ceará), a cidade apresenta no Índice de Atendimento Urbano de Esgoto, nos anos de 2017 a 2020, o rótulo vermelho (ruim), compreendendo valor unitário de 14,9%. Bem como a falta de tratamento adequado e quantitativo de esgoto, assim como serviços de saneamento básico e locais alternativos e planejados, provocam o despejo dos resíduos líquidos no rio salgado e consequentemente sua contaminação.

Figura 07. Esgoto a céu aberto direto para o rio



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 08. Esgoto residencial



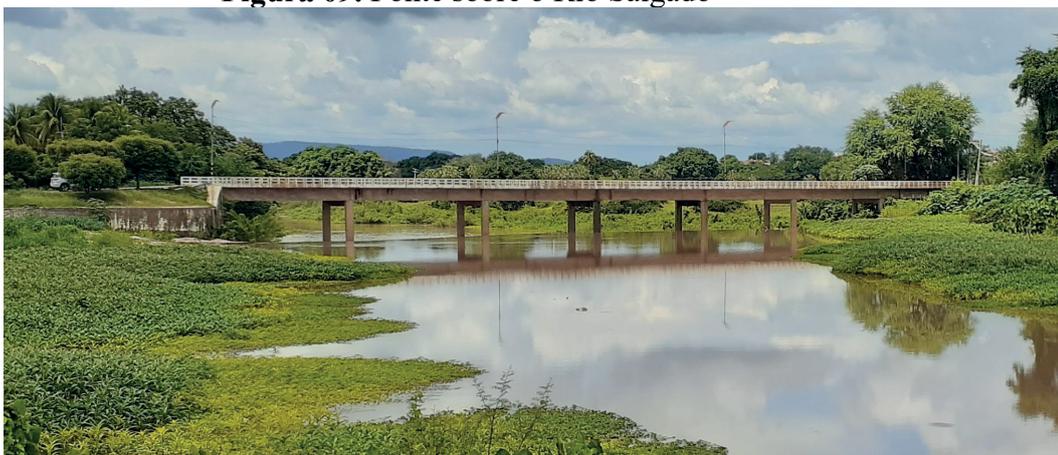
Fonte: Leite *et al.* (2021)

A insuficiência de tratamento de esgoto e a poluição são os principais motivos para as pessoas adoecerem, devido à falta de estrutura e condições básicas, contribuindo para a proliferação e eventualmente multiplicação de roedores, insetos, fungos e bactérias (ROESLER; WERNER, 2020). De acordo com o último relatório de saúde da Organização Mundial da Saúde - OMS em 2016, “Cerca da metade das mortes registradas em países de baixa renda em 2016 foram devidas a doenças de categoria 1, que incluem doenças transmissíveis pela mãe, perinatal e nutrição” (OMS, 2016), revelando a falta de infraestrutura e condições básicas de alimentação e sobrevivência em ambientes limpos.

Cortando o centro da cidade, há uma ponte que liga dois bairros, Centro à Aurora Velha, sobre o curso d’água, as-

sim como vias de asfalto ligado à ponte para a travessia de um lado a outro de forma contínua (figura 09 e 10), com grande trânsito de veículos durante grande parte do dia (CATELANI; BATISTA; TARGA, 2005). Causando assim o transporte de sedimentos e carregamentos de materiais para os leitos dos rios, agravando as condições ambientais e qualidade dos recursos hídricos, assim como a sua contaminação por resíduos líquidos provenientes dos meios de transportes como óleos, gasolina e outros compostos que escapam dos veículos e chegam até o rio, provocando grandes impactos devido a suas propriedades e que em alguns casos, não dispersão na água.



Figura 09. Ponte sobre o Rio Salgado

Fonte: Arquivo dos autores (2022)

Figura 10. Via asfáltica sobre a ponte

Fonte: Arquivo dos autores (2022)

Durante a vistoria sobre as ações antrópicas dentro da área de preservação permanente, foram identificados inúmeros elementos não naturais que compõem suas margens e alteram a qualidade hídrica do

rio, influenciando desde fatores químicos, predomínio de compostos provenientes dos meios de transporte e saneamento, físicos como erosões e inundações pela má organização e distribuição de suas margens devido a supressão

da vegetação e implantação de residências e empreendimentos, e biológica, pelo desmatamento de seus entornos para construções, além da dificuldade e impossibilidade de habitação e uti-

lização por animais, relacionado ao estresse local, poluição sonora, luminosa, hídrica e social, conforme exposto anteriormente e em seguida nas figuras 11 e 12.

Figura 11. Análise II (realidade local)



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 12. Casas nas margens do rio



Fonte: Arquivo dos autores (2022)

CONCLUSÕES

Através da análise realizada na área de preservação permanente do Rio Salgado, foi possível explorar e destacar diversos fatores que alteram a dinâmica da área de estudo e impossibilita o cumprimento das normas descritas na Lei Federal 12.615/12, que dispõe sobre a proteção das matas ciliares dos cursos d'água. Proposta não cumprida devido ao crescimento urbano e a falta de zoneamento, causando a apropriação de locais simbólicos e regidos por leis por meio de diversas formas de intervenção antrópica.

Tais apropriações além de causarem danos para o meio natural prejudicam toda a população do entorno, como a menor adaptação e exposição a enchentes e inundações mais severas e a proliferação de doenças por con-

taminação da água e transmissão por mosquitos e roedores.

Medidas mitigadoras são necessárias para evitar maiores perturbações e eventualmente maiores riscos à população. Cabendo destacar o isolamento das faixas de vegetação ainda presentes e locais sem vegetação, para seu posterior reflorestamento com plantas nativas, além de maior investimento e manuseio dos sistemas de esgotos para serem tratados e não despejados a céu aberto nem próximo do rio, reduzindo sua contaminação e inviabilização futura.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA REGULADORA DO ESTADO DO CEARÁ. Cartas de Desempenho dos Serviços de Água e Esgoto. Ceará, 2020. Acesso em: 10 fev. 2022. Disponível: <https://www.arce.ce.gov.br/>



download/ano-2020/.

BILAC, R. P. R.; ALVES, A. M. Crescimento urbano nas áreas de preservação permanente (APPs): Um estudo de caso do leito do Rio Apodi/Mossoró na zona urbana de Pau dos Ferros-RN. Revista Geotemas, v. 4, n. 2, p. 79-85, 2014.

BRASIL. Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012 - prevê a criação de Áreas de Proteção Permanente (APP). Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 25 maio 2012. Acesso em: 15 mar. 2022. Disponível: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm#art83.

CAMPOS, S. et al. Geoprocessamento aplicado na espacialização do conflito do uso e ocupação do solo em áreas de preservação

permanente da micro-bacia do Ribeirão Santo Antônio, São Manuel (SP). XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, p. 1-4, 2012. Acesso em: 10 out. 2021. Disponível: <https://aguas-subterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/27602>.

CATELANI, C. S., BATISTA, G. T., TARGA, M. S. Geoprocessamento na determinação da proximidade de estradas vicinais em relação à rede de drenagem em uma bacia hidrográfica no Município de Taubaté, SP. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, p. 3723-3730, 2005. Acesso: 01 mar. 2022. Disponível: <http://martem.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.11.26/doc/3723.pdf>

COMITÊ DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA - DO BAIXO,



- MÉDIO E ALTO JAGUARIBE. Conheça nossa bacia hidrográfica. Ceará, 2019. Acesso em: 07 nov. 2021. Disponível: <http://www.csbhmj.com.br/conheca/>.
- COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS. Sub-bacia do Salgado. Ceará, 2019. Acesso em: 05 nov. 2021. Disponível em: <http://portal.cogerh.com.br/salgado/>.
- FREITAS, E. P. et al. Indicadores ambientais para áreas de preservação permanente. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 4, p. 443-449, 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Panorama da cidade: população e demografia. Ceará, 2021. Acesso em: 16 out. 2021. Disponível: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/aurora/panorama>.
- LEITE, M. N. G. et al. Diagnóstico do sistema de esgotamento sanitário da zona urbana da cidade de Aurora/CE. In: Engenharia, Agronomia e Geociência 2014-2021. Campina Grande – PB: EP-TEC, 2021. p. 118-131.
- MAIA, D. C.; PITTON, S. E. C. Caracterização das Enchentes na Área Urbana de Ribeirão Preto (SP): um enfoque através das notícias de jornal. Geografia, v. 34, n. 2, p. 307-327, 2009.
- NEVES, L. S. et al. Nascentes, áreas de preservação permanentes e restauração florestal: histórico da degradação e conservação no Brasil. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v. 7, n. 3, p. 747-760, 2014. Acesso em 10 out. 2021.
- RIBEIRO, C. A. A. S. et al. O de-



safio da delimitação de áreas de preservação permanente. Revista *Árvore*, v. 29, p. 203-212, 2005.

RIBEIRO, S. Caracterização geoambiental da sub-bacia do Rio Salgado na mesorregião Sul cearense – Parte I – Clima e Arcabouço Geológico. *Geoconexões*, v. 1, p. 4-16, 2017.

ROESLER, M. R. V. B., WERNER, M. V. A insuficiência do saneamento básico brasileiro e o impacto na saúde e vida escolar de crianças carentes. *Expressa Extensão*, v. 25, n. 2, p. 45-55, 2020.

VIEGAS, D. et al. Caracterização das áreas de preservação permanente no Município de Picada Café-RS de acordo com o novo código florestal brasileiro. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 66, n. 5, p.1007-1028, 2014.



AVALIAÇÃO FITOQUÍMICA E ANTIMICROBIANA DE SUBSTÂNCIAS PRESENTES NA FAMÍLIA BIG- NONIACEAE

PHYTOCHEMICAL AND ANTIMICROBIAL EVALUATION OF SUBSTANCES IN THE BIGNO- NIACEAE FAMILY

Naiely Gomes Krause¹

Catarina Caldas Fagundes Serrano²

Leticia Karolini Walger Schultz³

Resumo: O ipê pertence à Família Bignoniaceae, que possui aproximadamente 120 gêneros e 800 espécies, o maior gênero pertencente a esta família é a *Tabebuia*, encontrada com uma grande diversidade na América do Sul, devido ao seu clima tropical e subtropical. Devido à enorme

variedade de plantas deste gênero foi necessário criar uma divisão com base em suas características específicas: *Tabebuia*, *Handroanthus* (exclusivo para representar as espécies existentes no Brasil) e o *Roseodendron*. Este trabalho buscou reunir informações sobre a atividade antimicrobiana e fi-

1 Discente do curso de Biomedicina na Escola Superior São Francisco de Assis, Santa Teresa- ES, Brasil

2 Discente do curso de Biomedicina na Escola Superior São Francisco de Assis, Santa Teresa- ES, Brasil

3 Biomédica Patologista Clínica e Especialista em Hematologia, Mestranda em Doenças Infecciosas – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), docente do curso de Biomedicina na instituição Escola Superior São Francisco de Assis, Santa Teresa- ES, Brasil



toquímica de substâncias encontradas na família Bignoniaceae respectivamente nos gêneros: *Tabebuia rosea*- ipê rosa; *Handroanthus impetiginosus*- ipê roxo; *Handroanthus albus*- ipê amarelo; *Tabebuia roseo-alba*- ipê branco) através da extração do lapachol. Com o presente estudo, é possível evidenciar os grandes benefícios advindos dos extratos dos ipês. Entretanto, fica claro a escassez em estudos do tipo, este fato dificulta disseminação da comprovação dos efeitos benéficos dos ipês.

Palavras-chaves: Ipê. Bignoniaceae. *Tabebuia*. *Handroanthus*. Antimicrobianos.

Abstract: The ipê belongs to the Bignoniaceae Family, which has approximately 120 genera and 800 species, the largest genus belonging to this family is Ta-

bebuia, found with great diversity in South America, due to its tropical and subtropical climate. Due to the enormous variety of plants of this genus, it was necessary to create a division based on their specific characteristics: *Tabebuia*, *Handroanthus* (exclusive to represent the species existing in Brazil) and *Roseodendron*. This work sought to gather information on the antimicrobial and phytochemical activity of substances found in the Bignoniaceae family, respectively, in the genera: *Tabebuia rosea*-ipê rosa; *Handroanthus impetiginosus*- purple ipe; *Handroanthus albus*-ipe yellow; *Tabebuia roseo-alba*-ipê (white) through the extraction of lapachol. With the present study, it is possible to evidence the great benefits arising from the extracts of ipês. However, the scarcity of studies of this type is clear, this fact makes it difficult to dissemi-



nate proof of the beneficial effects of ipês.

Keywords: Ipê. Bignoniaceae. Tabebuia. Handroanthus. Antimicrobials

INTRODUÇÃO

O ipê pertence à Família Bignoniaceae, que possui aproximadamente 120 gêneros e 800 espécies, o maior gênero pertencente a esta família é a Tabebuia, encontrada com uma grande diversidade na América em especial na América do Sul, devido ao seu clima tropical e subtropical. Em razão à enorme variedade de plantas deste gênero foi necessário criar uma divisão com base em suas características específicas, ficando assim dividido em: Tabebuia, Handroanthus (exclusivo para representar as espécies existentes no Brasil) e o

Roseodendron.

Os ipês são caducifólios, isto é, perdem todas as folhas que são substituídas por cachos de flores com coloração forte, podendo ser roxa, amarela, branca, rosa e em alguns casos verde. Seu florescimento ocorre entre os meses de junho a novembro e segue uma ordem específica, primeiro o ipê rosa e roxo, em seguida o amarelo e por último o branco. Devido à grande beleza das flores destas árvores, passou a ser considerada como símbolo nacional do Brasil.

Apesar de classificadas em grupos diferentes as plantas possuem características em comum como o fato de a madeira ser rígida, difícil de serrar, de grande durabilidade (mesmo quando em condições favoráveis ao apodrecimento), alta resistência aos parasitas e à umidade. Além das características físicas



da madeira do ipê, existem as propriedades químicas sendo possível extrair o lapachol substância que auxilia a identificação de atividade antibacteriana e antisséptica, desta matéria é possível coletar alguns isômeros como alfa e beta lapachona que potencializa estas ações (LAGROTA, M.H.C et al. 1987).

O primeiro estudo voltado para os benefícios farmacológicos do ipê no Brasil foi em 1956 pelo Prof. Oswaldo Gonçalves de Lima que acabou por descobrir que a substância extraída da madeira, o lapachol possuía ação antimicrobiana contra a *Sthaphylococcus aureus* *Bacillus subtilis* *M. flavus*, *B anthracis*, *B. cereus* e *E. coli* (LIMA et al, 1956; ARAÚJO et al. 2002).

Com o desenvolvimento da medicina e o surgimento de diversos antibióticos, além da facilidade de adquirir esses medi-

camentos, o uso indiscriminado e a automedicação favorecem o aumento do surgimento de agentes patogênicos super-resistentes, esses acontecimentos tornam imprescindível a busca por novas substâncias que sejam eficazes contra estes microrganismos. Uma das formas buscadas para sanar este problema é a investigação e uso de produtos naturais, tais como: chás, óleos essenciais e vitaminas. O ipê possui vastas propriedades medicinais, sendo utilizado em diversas culturas, como por exemplo nas tribos indígenas. Entretanto, não se tem muitos registros da eficácia, tão pouco pesquisas direcionadas para as ações benéficas dos quatro principais tipos de ipê juntos.

Portanto, através de uma pesquisa bibliográfica, este estudo buscou unir informações sobre os quatro principais tipos de ipê, destacando os benefícios



dos extratos florais e lenhosos com ações contra bactérias, em especial o uso do lapachol, substância com propriedades antimicrobianas, antineoplásicas e antifúngicas, e principalmente seus isômeros alfa e beta lapachona que possuem concentrações diferentes e contribuem para uma maior gama de experimentos e descobertas na área da saúde, através de análises fitoquímicas baseadas em metabólitos secundários principais e atividade antibacteriana pela técnica de difusão em disco.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo caracterizou-se como pesquisa bibliográfica, a qual foi realizada em diferentes livros, bibliotecas virtuais e bases de dados. Dentre elas, as principais foram o Portal de Periódicos CAPES (Co-

ordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), MEDLINE (do Inglês Medical Literature Analysis and Retrieval System Online), NCBI (do Inglês National Center for Biotechnology Information), SCOPUS e SCIELO (do Inglês Scientific Electronic Library Online).

AÇÕES DA FAMÍLIA BIGNONIACEAE

Com o surgimento dos antibióticos houve um eminente avanço na medicina alterando consideravelmente o número de óbitos por doenças infecciosas. Todavia, em razão da automedicação dos antimicrobianos facilitou a manifestação de microrganismos patogênicos limitando a eficácia da ação destas substâncias no controle de infecções, o que acabou levando os pesquisadores a pesquisarem



sobre antimicrobianos naturais (CHANDRA et al., 2017 apud, SILVEIRA et al., 2006;).

As plantas da família Bignoniaceae apresentam diversos compostos bioativos e relatos de diferentes atividades farmacológicas, como: antimalárico, antitumoral, antiviral, contra infecções e cicatrizante de feridas (BRANDÃO; KROON; SANTOS, 2010). A *Tabebuia* é o maior gênero da família Bignoniaceae com mais de 100 espécies (GROSE e OLMSTEAD, et al. 2007), diante desta enorme variedade foi criada uma nova divisão das espécies em dois grandes gêneros, *Tabebuia* e *Handroanthus*, este último criado, para os representantes brasileiros (MATTOS et al. 1970), porém em estudos mais recentes voltados para a filogenética foi possível classificar mais um gênero em relação ao ipê, o *Roseodendron*.

Um dos primeiros trabalhos publicados envolvendo, em uma mesma pesquisa, o gênero dos ipês e a família Bignoniaceae, foi realizado em 1940 e publicado em 1943, onde os autores escreveram sobre sua anatomia, além de relatar sobre um grupo denominado “lapacho” descoberto em 1940 durante a pesquisa de Record & Hess, que é o maior e mais importante, sendo caracterizado pela alta densidade de sua madeira, que possui a cor marrom-esverdeada e rico de conteúdos amarelos no cerne. (RECORD; HESS et al, 1940).

O gênero *Tabebuia* é rico em estudos enquanto a sua eficácia em relação a ação antibacteriana, seja em suas folhas, flores, madeira e até mesmo raiz, pertence à família Bignoniaceae que abrange mais de cem espécies, sendo sua maioria nativas do Brasil (MAEDA; MATTHES,



et al., 1984), tabebuia vem do tupi-guarani que significa “madeira que flutua” ou “pau”, enquanto o nome popular ipê significa “árvore de casca grossa” (LORENZI et al, 2002). Estas espécies produzem uma enorme quantidade de

sementes, sendo elas, leves, com poucas reservas, aladas, porém perdem sua viabilidade dias após sua coleta (DEGAN et al., 2001, WETZEL et al., 2005).

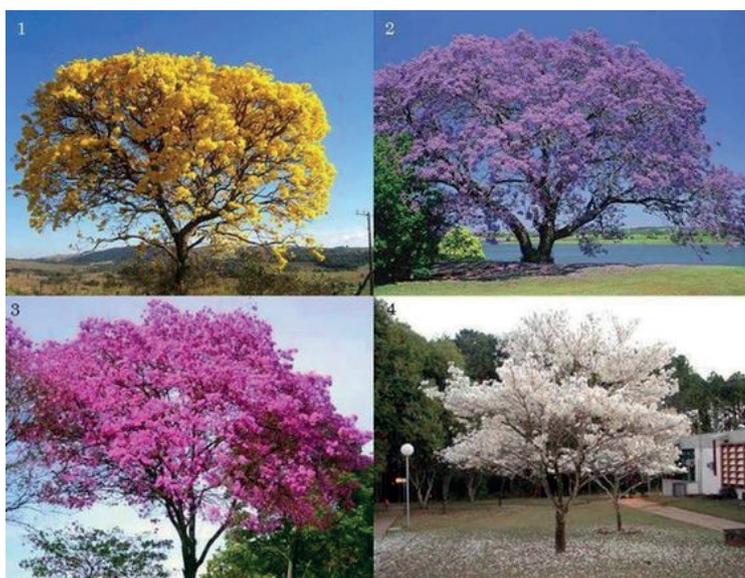


Figura 1: Os quatro tipos de ipê, na seguinte ordem: ipê amarelo, roxo, rosa e branco.

Fonte: SEMENTES ARBOCENTER, 2017.

O primeiro estudo no Brasil sobre a atividade biológica da *Tabebuia avellanedae*, conhecida como Ipê roxo, foi feito em 1956 pelo Prof. Oswaldo Gonçalves de Lima, que realizou análises com a substância lapachol

direcionada para investigações farmacológicas, durante as pesquisas realizadas foi possível encontrar atividade antimicrobiana frente as cepas *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *M. flavus*, *B anthracis*, *B. cereus* e *E.*



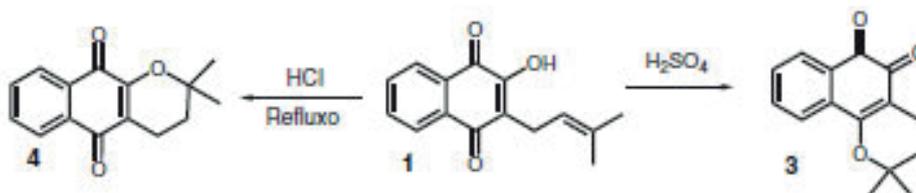
coli (LIMA et al, 1956; ARAÚJO et al., 2002). Enquanto em outra espécie do ipê roxo, a *Tabebuia impetiginosa*, se pode encontrar atividade antibacteriana na região bucal, que inibe o crescimento da *Staphylococcus aureus* e *Bacillus subtilis* (CORDEIRO et al, 2006).

O lapachol foi descrito pela primeira vez por Paternò, em

1882 (MORRISON et al, 1970).

Através do extrato de diclorometano da casca da *T. avellanadae*, controlando a temperatura sobre a substância, é possível obter seus isômeros, alfa e beta lapachona. Essas duas substâncias se diferenciam na potência da atividade, seja como antimicrobiano, antineoplásico ou de toxicidade (Lagrotta, M.H.C et al. 1987).

Figura 2: Formação β -lapachona (3) e da α -lapachona (4) a partir do lapachol (1).



Fonte: BARBOSA e NETO, 2013.

ANÁLISES DO EXTRATO DOS IPÊS

As amostras de ipês devem ser coletadas após cumprimento dos critérios de inclusão, sendo coletadas de um mesmo local que cumpra com os crité-

rios. O material vegetal que deve ser submetido ao processo de secagem artificial em estufa a 50°C por sete dias para a posterior etapa de seccionamento (MELO et al., 2004). A extração inicial é realizada por infusão (90 ± 2°C) para realização da prospecção fi-



toquímica e teste do DPPH. Para avaliar a atividade antimicrobiana preparasse soluções hidrometanólicas (80%), com auxílio de um agitador mecânico vórtex. Em seguida, o produto final deve ser coado com um funil e o processo repetido diversas vezes até o esgotamento final.

Análise fitoquímica

Para a análise fitoquímica utiliza-se ensaios colorimétricos, reconhecidamente validados, tendo como objetivo a identificação dos principais metabólitos secundários presentes. Segundo BARCELOS (2017), as análises devem ser realizadas da seguinte forma:

- Investigação de alcaloides (WHO, 1980): extração em ácido clorídrico (1%), seguida por análises preliminares frente os reagentes de Drangendorff,

de Bertrand e de Mayer. Após os resultados positivos, o teste confirmatório se dá pela adição de solução de carbonato de sódio (22%, pH 8-9), extração com clorofórmio e tratamento com ácido acético (pH 5).

- Identificação das antraquinonas: baseada na reação de Borntraeger que consiste na adição de diclorometano e de solução aquosa de hidróxido de sódio, considera o resultado positivo para coloração vermelha de diferentes intensidades (TRAVAUX, 1982).

- Identificação de auronas e chalconas: segundo o método de Paech e Tracey (1955), a determinação se dá após uma extração inicial por decocção e tratamento do filtrado com acetato de etila e adição de solução aquosa de hidróxido de sódio. Os resultados positivos para o teste estarão relacionados com a pre-



sença de tons vermelho-alaranjados.

- Teste de cumarinas: neste teste a amostra entra em contato com solução etanólica de hidróxido de sódio (1%) que, após aquecimento, apresenta-se positiva mediante a presença de coloração amarelo fluorescente (RIZK, 1982).

- Identificação de flavonoides: identificação pela reação de Shinoda para farmacógenos não-clorofilados. O método baseia-se no aquecimento da amostra e posterior contato com etanol e ácido clorídrico concentrado, bem como, fragmentos de magnésio. Os resultados positivos são associados com variações de cores entre o laranja e o vermelho (SHINODA, 1928).

- Identificação de saponinas (FARNSWORTH, 1966): após a decocção do material por 15 minutos, o decocto sofre vi-

gorosas agitações desenvolvendo um anel afrogênico persistente em caso de positividade.

- Presença de taninos (WHO, 1980): investigada por meio do contato da amostra com solução aquosa de cloreto de sódio (2%) e solução de gelatina comercial (2,5%). A positividade associa-se ao aparecimento de precipitado.

- Teste para triterpenos e/ou esteroides: o n-hexano é utilizado como solvente para extração em 24 horas, em seguida, procede-se com a reação de Liebermann-Burchard que utiliza anidro acético e ácido sulfúrico concentrado (TRAVAUX, 1982). Diferentes colorações e intensidades de cores caracterizam os núcleos esteroidais ou triterpênicos.

Extração do lapachol



A extração do lapachol pode ser executada de acordo com a metodologia proposta por FERREIRA (1996). Onde aproximadamente 200 g de serra-gem de ipê são colocados em um béquer de 2 L e, em seguida, é acrescentado 1 L de uma solução 1% de Na_2CO_3 . A mistura fica em repouso por 45 min, com agitação ocasional com bastão de vidro. A solução extratora, de coloração avermelhada, é filtrada sobre gaze.

Ao filtrar é adicionada uma vagarosa solução de HCl 6M até a solução vermelha tornar-se amarela, nesta fase é possível observar a formação do lapachol em forma de um precipitado amarelo. O lapachol precipitado é coletado através de uma filtração simples em um tempo de aproximadamente 30 min. Após a filtração, o material é seco em estufa a 80 °C por 1 h, de forma

que se obtenha cerca de 2,3 g do produto.

Atividade antibacteriana

Para avaliar a atividade antibacteriana utiliza-se a técnica de difusão em disco, seguindo o Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2011). O meio de cultura a ser utilizado é o ágar Mueller-Hinton e os microrganismos para análise escolhidos normalmente são cepas de *Escherichia coli*, outros podem ser utilizados.

Para realização da técnica devem ser pipetados 10 uL de cada amostra sobre discos de papel filtro de 6mm de diâmetro, os quais devem ser levados ao dessecador por 48 horas. Após, suspensões bacterianas são preparadas com solução fisiológica, até obtenção de uma turvação equivalente a padrão de 0,5 na



escala de Mac Farland. Alíquotas de 80 uL dessas suspensões são semeadas nas placas, contendo o meio ágar Mueller-Hinton, sendo então, inoculados nos discos. As placas devem ser incubadas a 35°C por 24 horas, após esse tempo, os halos de inibição são medidos com um paquímetro manual.

RELATOS DE ESTUDOS SOBRE OS BENEFÍCIOS DAS EXTRAÇÕES DOS IPÊS

O extrato de diclorometano da casca da *T. avellaneda* evidenciou ação antifúngica contra os seguintes microrganismos: *Aspergillus fumigatus*, *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Microsporum gypseum*, *Penicillium purpurogenum*, *Saccharomyces cerevisiae* e *Trichophyton mentagrophytes* (PORTILLO et al. 2001). Também foi proposto em estudos feitos com

parasitos que o mecanismo de morte ocasionado pelo lapachol e seu isômero β -lapachona se assemelham ao processo de morte por apoptose, um processo de autodestruição (Sydor et al. 2018).

Popularmente conhecida como ipê amarelo, para-tudo-do-cerrado, caraíba a *Tabebuia aurea* é uma espécie advinda da família Bignoniaceae, com ramos tortuosos e casca espessa, diversos resultados de pesquisas concluíram que esta espécie possui aptidão por ser antimicrobiana (VASCONCELOS et al., 2014; SILVA et al., 2014). Em estudos fitoquímicos com esta espécie de ipê isolaram flavonóides (espécies não-nutritivas existente em alimentos) (GUERBAS NETO, 2003) e terpenóides (compostos que fazem parte da constituição de óleos essenciais) (SOARES, 2006). Também se pode obter antifúngicos, foi o que o estudo



com extrato etanólico de *T. aurea* revelou com a inibição da *Candida albicans*, a partir de isolados clínicos do fungo (MELO e SILVA et al. 2009).

Possuem estudos voltados para sua eficácia antimicrobiana contra bactérias orais, os ipês branco e rosa. Através do extrato hidroalcoólico 70% da folha da *Tabebuia pentaphylla* Vell foi possível comprovar a reação antimicrobiana em três bactérias orais, sendo elas: *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* (ROCHA et al., 2013). Um estudo realizado com o gênero *Tabebuia Rosea* avaliou o extrato de sua folha em diferentes concentrações e pode-se constatar o retardo do crescimento de *Klebsiella pneumoniae*, uma bactéria oportunista (Sathiya & Muthuchelian 2008).

CONCLUSÃO

Desta forma, é possível evidenciar os grandes benefícios e informações advindos dos extratos dos ipês, sobretudo a eficácia de seus isômeros contra bactérias. Entretanto, fica claro a escassez em estudos do tipo, este fato dificulta disseminação da comprovação dos efeitos benéficos dos ipês.

REFERÊNCIAS

ALVES, D. P. et al.; Atividade antibacteriana de antissépticos bucais e extratos de plantas sobre *Streptococcus mutans*. UNIFUNE C I Ê N C I A S D A S A Ú D E E B I O L Ó G I C A S, v. 4, n. 7, p. 1-10, 2021.

ARAÚJO, E. L.; ALENCAR, J. R. B.; ROLIM NETO, P. J. Lapachol: segurança e eficácia na terapêutica. Revista Brasileira de



Farmacognosia, v. 12, p. 57-59, 2002.

ARAÚJO, W.L.; LIMA, A.O.S. et al. Manual de isolamento de micro-organismos Endofíticos. Piracicaba, 86 p, 2002.

BARCELOS, I. B.; et al. Análise fitoquímica e das atividades citotóxica, antioxidante, e antibacteriana das flores de *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nicholson. 2017.

BRANDÃO, G. C.; et al. Antiviral activities of plants occurring in the state of Minas Gerais, Brazil. Part 2. Screening Bignoniaceae species. Rev. Bras. Farmacogn., Curitiba, v. 20, n. 5, p. 742-750. ISSN 1981-528X. 2010.

CORDEIRO C.H.G., SACRAMENTO L.V.S., et al. Herbal extracts in an experimental mouthwash: Pharmacognosics

analysis and antibacterial activity. Revista Brasileira de Ciências Farmaceuticas 42(3): 395-404, 2006.

CHANDRA, H.; BISHNOI, P.; YADAV, A. Antimicrobial Resistance and the Alternative Resources with Special Emphasis on Plant-Based Antimicrobials. A Review Plants v. 6, n. 4, p. 16, 10 abr. 2017.

DEGAN, P.; AGUIAR, I.B.; SANDER, R.; PERECIN, D.; PINTO, L.R. Influência de métodos de secagem na conservação de sementes de Ipê-branco. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.5, n.3, p.492-496, 2001.

DE LIMA, S.; NADIA, T.; MACHADO, I. Diversidade das síndromes de polinização na família bignoniaceae nos neotrópicos.



Disponível em: <<https://dtihost.sfo2.digitaloceanspaces.com/sbotanicab/64CNBot/resumo-ins20606-id5119.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2022

FERREIRA, L. M. A. Isolamento de micro-organismos endofíticos do ipê roxo (tabebuia avellanedae) e avaliação da atividade antimicrobiana. Universidade Federal de Pernambuco. Centro de ciências biológicas programa de pós-graduação em biotecnologia industrial. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/12243/1/Luana%20Ferreira_Completo.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2022.

FERREIRA, S. B.; et al. beta-Lapachona: Sua importância em química medicinal e modificações estruturais. Revista Virtual de Química, v. 2, n. 2, p. 140-160, 1 out. 2010.

GUERBAS-NETO, P. Estudo químico da casca, folhas e cerne de um espécime de *Tabebuia aurea* (Bignoniaceae) coletado no Pantanal. UFMS, Campo Grande, Brasil, 2003.

GROSE, S.O.; OLMSTEAD, R.G. Evolution of a charismatic neotropical tree: Molecular phylogeny of *Tabebuia* s.l. and allied genera (Bignoniaceae). Systematic Botany, v. 32 (3), p. 650-659, 2007.

LAGROTA, M.H.C.; et al. Antiviral activity of naphthoquinones. I. Lapachol derivatives against enteroviruses. Revista latino-americana de microbiologia, v. 28, n. 3, p. 221-225, 1986.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: Manual e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova



Odessa: Ed. Plantarum, p.352.

2002.

MAEDA, J. A.; MATTHES, L. A. F. Conservação de sementes de ipê. *Bragantia*, Campinas, v.43, n.1, p.51-61. 1984.

MATTOS, J. R. *Handroanthus*, um novo gênero para os “ipês” do Brasil. *Loefgrenia*, n. 50, p. 1-4, 1970.

MORRISON, R. K.; BROWN, D. E.; OLESON, J. J. COONEY, D. A. Oral toxicology studies with lapachol. *Toxicology Applied Pharmacology*, 17: 01 – 11. 1970.

PORTILLO, A.; VILA, R.; FREIXA, B.; ADZET, T.; CAÑIGUERAL, S. Antifungal activity of Paraguayan plants used in traditional medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, Amsterdam, v. 76, n. 1, p. 93-98, jun. 2001.

RECORD, S. J.; HESS, R. W. American Timbers of the Family Bignoniaceae. *Tropical Woods*, n. 63, p. 9-38, 1940.

ROCHA, E.A.L.S.S.; et al. Potencial antimicrobiano de seis plantas do semiárido paraibano contra bactérias relacionadas à infecção endodôntica. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, v. 34, n. 3, p. 351-355, 2013.

SANTOS, R. F. E. P.; et al. Avaliação do potencial biológico da *Tabebuia aurea* (Silva Manso) como fonte de moléculas bioativas para atividade antimicrobiana, antiedematogênica e antirradicalar. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 17, p. 1159-1168, 2015.

SATHIYA, M.; MUTHUCHE-



LIAN K. Estudos sobre o perfil fitoquímico e atividade antibacteriana do extrato etanólico da folha de *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. Folhetos Etnobotânicos 12:1153-1157, 2008.

SILVA, A. F.; et al. Universidade estadual da paraíba centro de ciências biológicas e da saúde programa de pós-graduação em odontologia. Desenvolvimento de uma solução irrigadora de canais radiculares utilizando o extrato de plantas medicinais do semiárido campina grande -pb 2018. Disponível em: <<http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/tede/3467/2/PDF%20%20Adeilton%20F%c3%a9lix%20da%20Silva.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2022.

MATRÍCULA, Requerimento D E. Universidade de caxias do sul. p. 3–4, 2013.

SILVA, Fernanda Melo E. Potencial Antifúngico De Extratos De Plantas Mediciniais Do Cerrado Brasileiro. Dissertação de Mestrado, 2008.

SILVA, J.C.; et al. Avaliação da atividade antimicrobiana de *Tabebuia roseo-alba* (Ridl.) Sand (Ipê branco). Revista Enfermagem Atual in Derme, v. 68, n. 6, p.08-11, 2014.

SILVEIRA, G. P.; et al. Estratégias utilizadas no combate a resistência bacteriana. Química Nova v. 29, p. 844-855, 2006.

SOARES, A.O. Estudo fitoquímico das flores e casca do caule de um espécime de *tabebuia caraiba* (bignoniaceae) coletado na região do cerrado em Mato Grosso do Sul. 113p. Dissertação (Mestrado em Química, Área de



Concentração em Química Orgânica). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul- UFMS, Campo Grande- MS. 2006.

SYDOR, B. G. (PIBIC/CNPq/UEM); Áquila Carolina F. H. R. Milaré; Maria Valdrinez Campana Lonardoní. Investigaçãõ do mecanismo de açãõ do lapachol e β -lapachona (naftoquinonas). 2018.

TOSCAN, C. M et al. Universidade de Caxias do Sul centro de ciências agrárias e biológicas instituto de biotecnologia programa de pós-graduaçãõ em biotecnologia. Disponível em: <<https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/564/Dissertacao%20Cristiane%20Menegotto%20Toscan.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 27 jan. 2022.

TOSCAN, Cristiane Menegotto.

Atividade antimicrobiana e antioxidante de terpenoides. 2014.

VASCONCELOS, C. M.; et al.

Antimicrobial, antioxidant and cytotoxic activity of extracts of *Tabebuia impetiginosa* (Mart ex DC) Standl. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, v.6, n.7, p.2673-681, 2014.



IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ANÁLISE MICROBIOLÓGICA EM POÇOS ARTE- SIANOS

IMPORTANCE OF PHYSICOCHEMICAL EVALUA- TION AND MICROBIOLOGICAL ANALYSIS IN AR- TESIAN WELLS

Ricardo Valger Coli¹

Luiz Henrique De Jesus Cardoso²

Guilherme Henrique Bolkart Holz³

Leticia Karolini Walger Schultz⁴

Resumo: O uso da água como recurso natural é indispensável para a existência da vida no planeta, e tem sido tema recorrente em diversos espaços de discussão e investigação, devido à preocupação todas as esferas sociais. Os recursos hídricos e ecossistemas relacionados que eles mantêm estão ameaçados pela poluição, uso insustentável, mudanças na forma como as pessoas usam

1 Discente do curso de Biomedicina na Escola Superior São Francisco de Assis, Santa Teresa- ES, Brasil

2 Discente do curso de Biomedicina na Escola Superior São Francisco de Assis, Santa Teresa- ES, Brasil

3 Discente do curso de Biomedicina na Escola Superior São Francisco de Assis, Santa Teresa- ES, Brasil

4 Biomédica Patologista Clínica e Especialista em Hematologia, Mestranda em Doenças Infecciosas – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), docente do curso de Biomedicina na instituição Escola Superior São Francisco de Assis, Santa Teresa- ES, Brasil



a água e mudanças climáticas. Uma fonte com grande uso mundial é a água em estado subterrâneo, dessa forma é indispensável verificar e acompanhar os seus índices de potabilidade, tendo em vista a grande quantidade de substâncias químicas que podem estar presentes e não se enquadrar nos padrões permitidos pela Portaria 2914/2011, além da capacidade de transmissão de agentes patogênicos presentes nas fezes. Existem diversos métodos para a análise de bactérias do grupo coliforme e *Escherichia coli*, entre eles está a técnica do Número Mais Provável, na qual é feita a estimativa de quantos organismos estão presentes na amostra original. Esse método é feito por meio de uma série de diluições seriadas, utilizando o tubo de Durham invertido para analisar a presença de microrganismos e o caldo verde brilhante bile 2%

lactose para confirmar a presença de coliformes totais e termotolerantes. Após o período de incubação da amostra é feito o cálculo de quantos microrganismos que foram analisados estão presentes na amostra. O presente revisou dados sobre uso, consumo e distribuição da água, e a utilização do método do número mais provável e sua aplicação para a análise microbiológica da água dos poços artesianos. Com um crescente número do consumo da água subterrânea é imprescindível a devida e criteriosa análise microbiológica, além da importância de estudos em que se faz um levantamento de informações e conscientização da população quanto a necessidade de não contaminar os lençóis freáticos.

Palavras-chave: Água. Poços artesianos. Análise microbiológica. Análises físico-químicas.



Abstract: The use of water as a natural resource is essential for the existence of life on the planet, and a recurring theme in various spaces of discussion and investigation, due to the concern of all social spheres. Water resources and related ecosystems are related to water resources, sustainable use of water changes and climate change. A worldwide source with a view to large use, due to its global form, it is guaranteed to verify the patterns of use by the large capacity, not considering that they can be presented by the large amount of water predicted⁹. 2011, in addition to the ability to transmit pathogens presents in the feces. There are several methods for the analysis of bacteria of the coliform group and *Escherichia coli*, among them the organisms are of the Most Probable Number,

in which a technical estimate is made of how many are present in the original sample. This method is done through a series of serial dilutions, using the inverted Durhan tube to analyze the presence of microorganisms and the bright green broth 2% lactose bile to confirm the presence of total and thermotolerant coliforms. After the sample sampling period, the calculation of how many microorganisms that were analyzed are present in the sample is made. The present reviews data on water use, consumption and distribution, use of the most likely number method and its application to the analysis of water from artesian wells. With an increase in the need for education and an increase in the need to increase the number of equipment, in addition to the need to increase the amount of information, and not to increase the need to incre-



ase the number of equipment needed, in addition to the need to increase the amount of information and not to increase the need to increase the number of equipment needed.

Keywords: Water. Artesian wells. Microbiological analysis. Physicochemical analysis.

INTRODUÇÃO

O uso da água como recurso natural é indispensável para a existência da vida no planeta, e tem sido tema recorrente em diversos espaços de discussão e investigação, devido à preocupação todas as esferas sociais (MOHR, 2020).

A água é essencial para a vida e a saúde humana, e também para a preservação dos ecossistemas. Muitas pessoas, no entanto, não têm um bom acesso à água

para atender às suas necessidades básicas. Os recursos hídricos e ecossistemas relacionados que eles mantêm estão ameaçados pela poluição, uso insustentável, mudanças na forma como as pessoas usam a água e mudanças climáticas (HAIA, 2000).

Além da escassez, outro fator que provoca grandes preocupações é a qualidade da água ofertada para o consumo das populações. Dessa forma, os entraves encontrados não se estabelecem exclusivamente a ambientes urbanos, sendo de suma importância que toda a população mundial tenha acesso a água tratada e dentro dos parâmetros de análise estabelecidos em lei (MOHR, 2020).

Dentre as inúmeras análises realizadas com a finalidade de determinar a potabilidade da água, uma parte de extrema importância é a microbiológica.



Através dela é possível identificar e quantificar a quantidade de coliformes presentes naquele escopo, podendo identificar as bactérias coliformes em: qualquer bactéria, seja ela aeróbia ou anaeróbia facultativa, gram-negativa, não esporulada e na forma de bastonete, as quais apresentam fermentação advinda da utilização de um substrato lácteo. São incluídas nesse grupo organismos de diferentes características bioquímicas, sorológicas e de diferentes habitats (PEREIRA, 2013).

Para tanto, o presente estudo teve por objetivo realizar uma pesquisa bibliográfica para levantar dados sobre o uso e o consumo, além da distribuição da água, e a utilização do método do número mais provável e sua aplicação para a análise microbiológica da água dos poços artesianos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente revisou dados sobre uso, consumo e distribuição da água, e a utilização do método do número mais provável e sua aplicação para a análise microbiológica da água dos poços artesianos. A pesquisa contou com buscas em mídia física e eletrônica como, livros, bibliotecas virtuais e bases de dados. Dentre as quais se destacam o Portal de Periódicos CAPES, Google Acadêmico, MEDLINE, NCBI, SCOPUS e SCIELO.

RECURSOS HÍDRICOS E USO DA ÁGUA

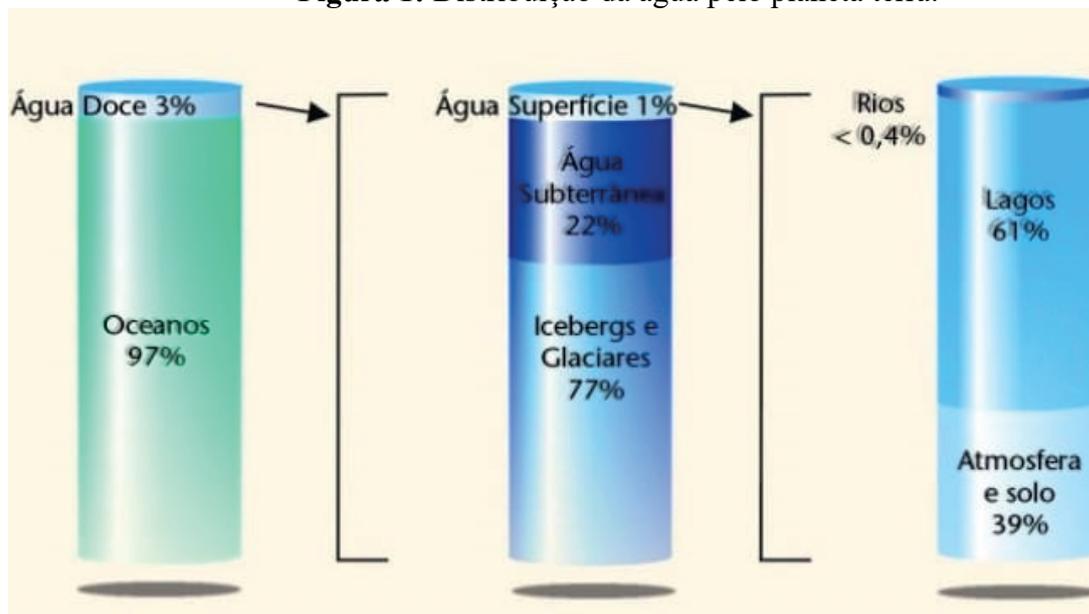
O planeta Terra é formado em grande parte por água salgada, correspondendo a 97,5% do volume total da água do planeta e a água doce corresponde



a mínima parte do volume total, cerca de 2,5%. Desse montante, 29,9% da água doce se encontra na forma subterrânea e apenas 0,3% representa as águas de rios e lagos. Com relação ao uso des-

tes 0,3%, a maior parte é destinada para à irrigação na agricultura e a menor parte é destinada para o uso humano (FERNANDES et al, 2015).

Figura 1: Distribuição da água pelo planeta terra.



Fonte: MIDÕES; FERNANDES E COSTA, 2001.

Com relação aos diversos usos da água, pode-se destacar o abastecimento de casas, o uso em indústrias, na agricultura e aos animais. Todavia, somente os abastecimentos domésticos e das indústrias estão associados

a um tratamento prévio, uma vez que há a necessidade do cumprimento de alguns requisitos para que ela possa ser destinada para essas atividades (MELO, 2015).

Na medida que o número populacional se eleva ocorre

o aumento da utilização dos recursos hídricos, dessa maneira se tem cada vez menos água disponível por pessoa. Como exemplo, no ano de 2000 o volume de água consumido foi o dobro do volume consumido em 1960. No início do século XXI, uma grande parcela das populações urbanas, rurais e regionais ainda não tinha acesso a água potável. O número de indivíduos que não tem acesso à água potável chega a valores maiores que 1 bilhão. Sob esse viés, estima-se que até o ano de 2050 esse valor se quadruplica, ou seja, que ele chegue a 4 bilhões (TELLES, 2013).

No Brasil, o setor agropecuário é o que faz maior uso desse recurso natural. Segundo dados que foram coletados pelo Censo Agropecuário no ano de 2017, houve um grande aumento da prática de irrigação nas atividades da agroindústria. O levanta-

tamento realizado em cerca de 5 milhões de estabelecimentos rurais aponta que mais de 500 mil têm áreas irrigadas, valor esse que corresponde a um total de 6.694.245 hectares em nosso país (IBGE, 2017).

Águas subterrâneas

Uma fonte com grande uso mundial é a água em estado subterrâneo, dessa forma é indispensável verificar e acompanhar os seus índices de potabilidade, tendo em vista a grande quantidade de substâncias químicas que podem estar presentes e não se enquadrar nos padrões permitidos pela Portaria 2914/2011, além da capacidade de transmissão de agentes patogênicos presentes nas fezes (BRASIL, 2011).

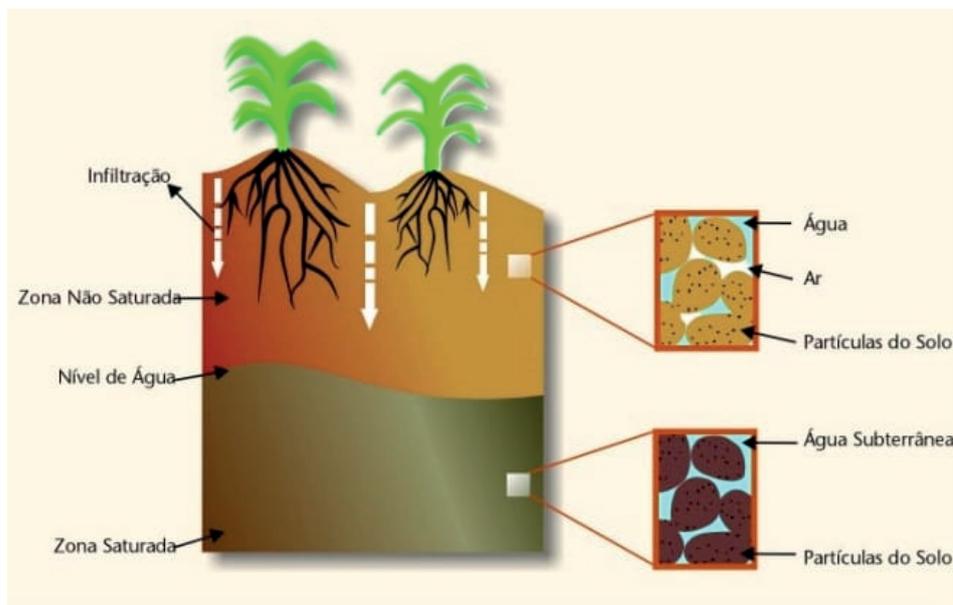
A água subterrânea é definida como toda aquela que preenche todos os espaços vazios



em uma formação geológica conhecida como aquífero. Por haver uma distinção entre a água que ocupa o lençol freático e a água de solo, nem toda água abaixo da superfície é considerada uma água subterrânea. As águas subterrâneas são geralmente armazenadas em rochas sedimentares

porosas e permeáveis, ou em rochas não porosas, mas fraturadas. Há também armazenamento em calcárias, onde a água da chuva é capaz de abrir canais subterrâneos por onde corre a água subterrânea (CAMPOS e OLIVEIRA, 2019).

Figura 2: Preenchimento da água no solo.



Fonte: MIDÕES; FERNANDES E COSTA, 2001.

A potencialidade da água subterrânea no Brasil não é consistente, com regiões de escassez e outras com abundância

de distribuição. O Aquífero Guarani e os aquíferos sedimentares em geral são exemplos de alta disponibilidade, mas a ocorrên-



cia de rochas cristalizadas no semiárido significa uma baixa capacidade de produção (TELLES, 2013).

Apesar do uso massivo e crescente dos recursos naturais, a preocupação acerca da poluição das águas subterrâneas no Brasil é algo recente, já que o usuário destas e o próprio governo não impuseram a devida importância ao controle do tratamento e as graves consequências ocasionadas pelo uso e poluição desenfreados (HIRATA, 1993).

Ao contrário da contaminação das águas superficiais que são facilmente identificáveis, a contaminação das águas que se encontram no subsolo apresenta-se de forma menos visível, dificultando a identificação e caracterização da mesma. Nesse viés, a criação medidas protetoras ou da interrupção de seu uso ocorre quando a contamina-

ção se torna perceptível, ou seja, quando a mesma já atingiu uma grande proporção (RIBEIRO; LOURENCETTI e TEIXEIRA, 2005).

Assim, para que a água subterrânea seja considerada propícia para o consumo, se torna necessária a realização de análises físico-químicas e microbiológicas, verificando desta forma se ela está dentro dos padrões de potabilidade (LIMA et al, 2021).

Parâmetros de qualidade de água.

Os parâmetros são representados para uma boa qualidade de água e assim traduzem os carácter físico: Cor, turbidez, sabor, odor, temperatura. Carácter químico: PH, alcalinidade, acidez, dureza, ferro, cloretos, fósforo, oxigênio dissolvido, matéria orgânica, inorgânicos.



Carácter biológicos: Organismo indicadores, algas bactérias. As premissas da qualidade de água no quesito abastecimento doméstico é isenta de substância químicas prejudiciais à saúde e de organismo prejudiciais, devem ser adequadas para serviços domésticos, assim como a estética devem estar agradáveis. (SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO, 2022).

A análise de água é de grande importância para a sociedade pois assim a previne de malefícios futuros, pensando em curto, médio e longo prazo. A água de consumo humano destinada para a preparação e produção de alimentos, ingestão e higiene pessoal não deve em hipótese alguma oferecer riscos à saúde humana, sendo de qualidade assegurada, livre de quaisquer contaminações e potável, de acordo com a Portaria nº2914, de

12 de dezembro de 2011 (ANA, 2011).

Como o conteúdo calórico da água é tão alto, ela pode liberar ou absorver grandes quantidades de calor, mesmo quando a temperatura muda ligeiramente. Devido a esta propriedade, a água é frequentemente utilizada na refrigeração de motores e processos industriais. Em decorrência da alta temperatura da água, alterações são provocadas nos ecossistemas aquáticos e, como consequência, toda a sua biota, que não está adaptada para viver em tais extremos de temperatura, será drasticamente afetada (TELLES, 2013).

Em linhas gerais, a água potável é aquela que está pronta para o consumo, livre de agentes capazes de transmitir ou causar doenças. O órgão que determina a qualidade de água para o nosso consumo é o Ministério da Saúde,



que segue critérios rígidos e específicos para esta análise. Atualmente, a legislação que trata de Potabilidade é a Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021. A água deve ser límpida e cristalina, ou seja, não ter uma aparência turva, além de livre de odores e sabores. Também é necessário que a água não apresente metais pesados e outras substâncias em concentrações que possam acarretar problemas de saúde. Mas a água que consumimos, para que chegue a este controle de qualidade, passa por um tratamento de várias etapas que irão garantir a sua saúde e segurança. (FLUENCE).

Parâmetros microbiológicos

As populações microbianas variam em número e tipo de acordo com a fonte de água e na composição de nutrientes da

água, além de características individuais para condições geofísicas e climáticas. As bactérias, como qualquer outro tipo de partícula, são removidas dos lagos de água fria por meio da filtração que ocorre em vários níveis, dependendo da permeabilidade do solo e da profundidade do aquífero. Já nos poços e nas fontes de águas profundas são tomadas providências de excelente qualidade bacteriológicas, evitando assim eventuais contaminações (BOTELHO, 2001).

O grupo de bactérias coliformes é composto por vários gêneros bacterianos pertencentes à família Enterobacteriaceae. A definição histórica deste grupo é baseada no método de detecção (fermentação de lactose), portanto este grupo é definido como qualquer bacilo gram-negativo aeróbio ou anaeróbio facultativo, não esporulado que fermenta lac-



tose com formação de ácido e gás a uma temperatura de 35 ° C por 24 - 48 horas (RAMOS e NASCIMENTO, 2020).

A água para o consumo deve estar livre de micro-organismos e não deve conter bactérias indicadoras de contaminação fecal. O principal representante desse grupo de bactérias é a *Escherichia coli*. Este micro-organismo pode provocar cólica, febre, diarreia, calafrios, mal-estar, e às vezes quadro de diarreia com sangramento (VASCONCELLOS; IGANCI E RIBEIRO, 2006)

De acordo com a Portaria de nº 2914 de dezembro de 2011, toda a água que for ser liberada para o consumo humano, seja ela para o indivíduo ou para a sociedade, tem que ter a revisão da vigilância da qualidade da água, para saber se a água está potável, e livre de coliformes to-

tais e termotolerantes (BRASIL, 2011).

A escolha dos frascos e o seu armazenamento devem ser realizadas da melhor forma possível, uma vez que a coleta de forma inadequada pode retardar alterações químicas e biológicas naquela amostra, através de contaminações externas de outros microrganismo e substâncias tóxicas. A presença de coliformes em níveis elevados indica água imprópria para o consumo, pois apresenta alto risco de aquisição de doença com veiculação hídrica. Segundo o MS, a qualidade da água em relação aos parâmetros microbiológicos, pode ser determinada a partir da ausência de coliformes totais e termotolerantes em 100 ml de amostra. (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1987).



MÉTODO NÚMERO MAIS PROVÁVEL

A análise ou monitoramento é utilizado para a determinação de bactérias que são representantes do grupo coliformes. O termo “indicadores biológicos específicos” indica que um microorganismo presente naquele corpo aquático é advindo de matéria orgânica de origem fecal, sendo ela advinda de humanos ou animais (YAMAGUCHI et al, 2013).

Existem diversos métodos para a análise de bactérias do grupo coliforme e *Escherichia coli*, entre eles está a técnica do Número Mais Provável (NMP), na qual é feita a estimativa de quantos organismos estão presentes na amostra original. Esse método é feito por meio de uma série de diluições seriadas e após o período de incubação da amos-

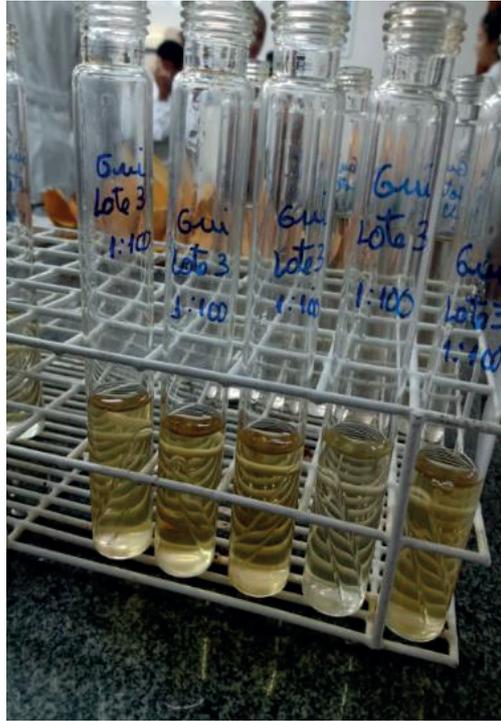
tra é feito o cálculo de quantos microrganismos que foram analisados estão presentes na amostra. Devido a isso, é possível saber a quantidade de bactérias presentes ou de apenas um grupo específico ou da população total de microrganismos com testes presuntivos e confirmativos, para chegarmos ao cálculo final (SOUSA et al, 2016).

Em estudos de campo a coleta é realizada em poços artesianos e conta com a utilização de uma diluição seriada de 10 ou 15 tubos. Como não há equipamentos especializado para a coleta diretamente do poço artesiano, é coletado da caixa d'água. A partir disso, a amostra é higienizada, invertendo o recipiente da amostra em um movimento da cintura para a orelha, por volta de 25 vezes (durante 30 segundos), é utilizado a pipeta estéril sorológica ou até mesmo a automática,



para adicionar 11 mL da amostra coletada, no frasco da água de diluição, e em seguida é adicionado 11 mL da diluição 10x a outro frasco de diluição até diluir tudo que estava presente na amostra.

Figura 3: Amostras com possível contaminação por coliformes fecais



Fonte: Acervo pessoal, 2022

As diluições da amostra, são levadas a Estufa, para a incubação, os coliformes totais levam o tempo de 24 até 48 horas com variação de 2 horas, à 35°C com variação de 0,5°C e para os coliformes termotolerantes e a *Escherichia coli* também a 24 ho-

ras com variação de 2 horas na temperatura de 44, 5°C com a variação de 0,2°C.



Figura 4: Estufa para incubação.



Fonte: Acervo pessoal, 2022.

Para coliformes totais e termotolerantes, é utilizado o ágar M-Endo (Difco), incubando a $35 \pm 0,5$ °C por 24 horas. As colônias características são semeadas em caldo verde brilhante bile 2% lactose (VBBL-Merck), incubado a $35 \pm 0,5$ °C por 48 horas e em caldo EC (Merck), incubando em banho-maria a $44,5 \pm 0,2$ °C por 24 horas, para a confirmação

de coliformes totais e termotolerantes, respectivamente.



Figura 5: Visualização do caldo verde brilhante de bile 2% lactose.



Fonte: Acervo pessoal, 2022.

Para o teste presuntivo de coliformes, é utilizado o caldo Lauril Sulfato Triptose (Merck), incubado a 35 ± 2 °C por 48 horas.

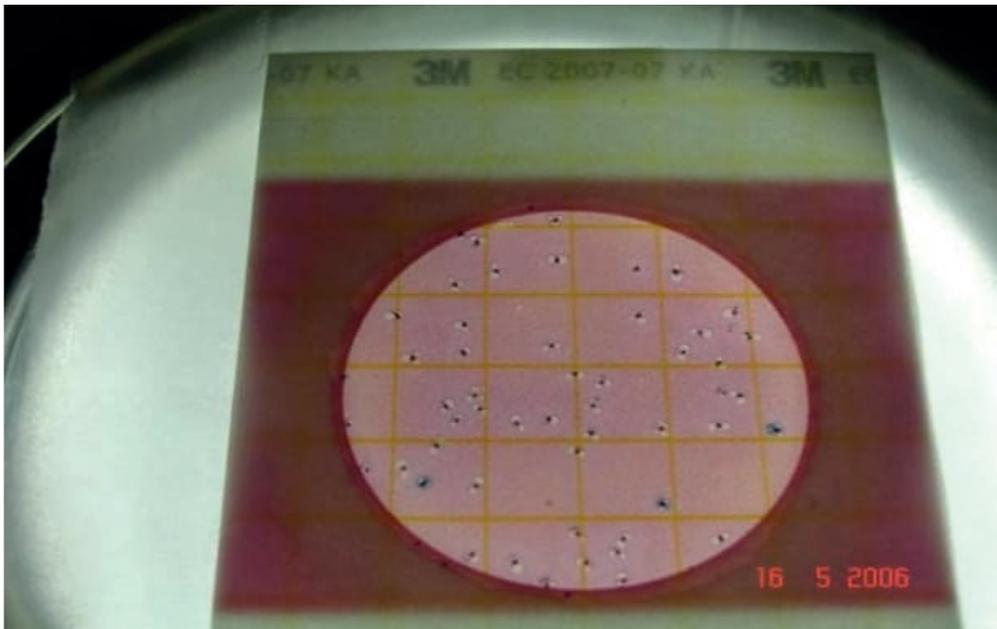


Figura 6: Coliformes totais e fecais em Petrifilm.

Fonte: GEUS E LIMA, 2006.

O cálculo que é utilizado para a tabela será possível estimar o número de organismos a partir de qualquer combinação de resultados positivos e negativos sendo possível até 95% de confiança dos dados. Esta tabela de NMP é baseada em 3 diluições decimais decrescentes. A Equação de cálculo se dá pelo o Índice NMP por valor de 100mL X o menor fator de diluição.

Os resultados são expressos em número de unidades formadoras de colônias (UFC) em 100 mL, conforme o cálculo: $C = \sum_i (Z_i * K_i / n_i)$, onde: C = concentração de células em UFC/mL; Z_i = contagem das colônias separadas por características; K_i = total de colônias confirmadas de cada grupo característico; n_i = total de colônias testadas de

cada grupo característica.

CONCLUSÃO

Através do presente estudo é possível verificar que a análise por meio do método de Número Mais Provável, detalha se microrganismo presentes na flora intestinal, como os coliformes totais e termotolerantes, se encontram na água dos poços artesianos. Com um crescente número do consumo da água subterrânea é imprescindível a devida e criteriosa análise microbiológica, além da importância de estudos em que se faz um levantamento de informações e conscientização da população quanto a necessidade de não contaminar os lençóis freáticos.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. INDICADORES DE QUALIDADE - ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA). 2011. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 9 jun. 2022.
- BOTELHO, C. G et al. Recursos naturais renováveis e impacto ambiental: Água. Lavras: UFLA/FAEPE, v. 200, p. 187, 2001.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm./2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 31 mar. 2022.
- CAMPOS, I. O; OLIVEIRA, I. D. de. SUBSIDÊNCIA DO SOLO DEVIDO À EXPLOTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA. 2019.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Guia de coleta e preservação de amostras de água. São Paulo, 1987, 150 p.
- CORREIA, A et al. Análise da turbidez da água em diferentes estados de tratamento. 8º Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional, v. 10, 2008.
- CUNHA, H. F. A. et al. Qualidade físico-química e microbiológica de água mineral e padrões da legislação. Revista Ambiente & Água, v. 7, p. 155-165, 2012.
- FERNANDES, C. V et al. Estudo da qualidade das águas processadas em filtros de barro tra-



dicionais contrapondo os filtros modernos. Blucher Chemistry Proceedings, v. 3, n. 1, p. 327-336, 2015.

FLUENCE. PORTAL DE TRATAMENTO DA ÁGUA. 2022. Disponível em: <<https://tratamentodeagua.com.br/>>. Acesso em: 9 jun. 2022.

FREITAS, L. M. D et al. QUALIDADE DA ÁGUA EM SUB-BACIAS COM DIFERENTES USOS DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOÃO. 2016.

GEUS, J. A. M.; LIMA, I. A. Análise de coliformes totais e fecais: Um Comparativo entre técnicas oficiais VRBA e Petrifilm EC aplicados em uma indústria de carnes. Anais do II Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais, 2006.

HAIA. Conferência sobre segurança hídrica no século 21. Disponível em: <<http://www.clickagua.com.br/noticias/docs/haia.asp>>. Acesso em: 7 abr. 2022.

HIRATA, R. C. A. Os recursos hídricos subterrâneos e as novas exigências ambientais. Revista do Instituto Geológico, v. 14, n. 2, p. 39-62, 1993.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Aracruz (ES). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/es/aracruz.html>>. Acesso em: 11 abr. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agro 2017. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/>>



censo_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html>. Acesso em: 6 abr. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Santa Teresa (ES). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/es/santa-teresa.html>>. Acesso em: 11 abr. 2022.

LIMA, A et al. Análises físico-químicas e microbiológicas de amostras de água mineral. 2021.

MELO, N. F. D. C. Dessalinização, Reciclagem e Reutilização de água: Estudo de alternativas para diferentes usos face às disponibilidades—caso de estudo ilha de Porto Santo. 2015.

MIDÕES, C; FERNANDES, J; COSTA, C. G. D. Água subterrânea: conhecer para proteger e

preservar. Publicação sob o projecto N° P-IV-1052, do Programa Ciência Viva, 2001.

MOHR, A. F. R. Análise da qualidade da água dos poços artesianos que abastecem o distrito de Capo-Erê, município de Erechim/RS. 2020.

PARRON, L. M; MUNIZ, H. D. F.; PEREIRA, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. Embrapa Florestas-Documents (INFOTECA-E), 2011.

PEREIRA, J. J. P. L. A. Relatório de Atividade Profissional Monitorização e controlo microbiológico das águas de consumo humano de captações próprias da Universidade da Beira Interior. Tese de Doutorado.

BARRETO, L et al. Eutrofização



em rios brasileiros. Enciclopédia biosfera, v. 9, n. 16, 2013.

RAMOS, G. L. P. A; NASCIMENTO, J. D. S. Avaliação da especificidade do ágar Violeta Vermelho Bile Glicose para o isolamento de Enterobacteriaceae em leite de cabra cru. Vigilância Sanitária em Debate, v. 8, n. 1, p. 91-96, 2020.

RIBEIRO, M. L; LOURENCETTI, C; TEIXEIRA, D. Cenários de contaminação da água subterrânea por atividades agrícolas. Revista Brasileira Multidisciplinar, v. 9, n. 2, p. 181-194, 2005.

SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO. Qualidade da Água. 2022. Disponível em: <<https://www.saaec.com.br/agua/qualidade-da-agua/>>. Acesso em: 9 jun. 2022.

SILVA, C. P; ALBERTONI, E. F. Características físicas e químicas da água. 2013.

SOUSA, P. R. S. D et al. Projetos de microbiologia: alunos como agentes ativos no processo de aprendizagem. Revista Encontros Universitários da UFC, Fortaleza, v. 1, n. 1, 2016.(Encontro de Monitoria de Projetos da Graduação, 6). 2016.

TELLES, D. D. Ciclo ambiental da água: da chuva à gestão. Editora Blucher, 2012.

VASCONCELLOS, FC da S; IGANCI, J. R. V; RIBEIRO, G. A. Qualidade microbiológica da água do rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. Arquivos do Instituto Biológico, v. 73, p. 177-181, 2006.

VITÓ, C. V. G et al. Avaliação da



qualidade da água: determinação dos possíveis contaminantes da água de poços artesianos na região noroeste fluminense. *Acta Biomedica Brasiliensia*, v. 7, n. 2, p. 59-75, 2016.

YAMAGUCHI, M. U et al. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. *O mundo da saúde*, v. 37, n. 3, p. 312-320, 2013.



**LINKS CONVERGENTES E DIVERGENTES
ACERCA DA INTELIGÊNCIA E COGNIÇÃO DOS
POLVOS E HUMANOS**

**CONVERGING AND DIVERGENT LINKS ABOUT
THE INTELLIGENCE AND COGNITION OF OC-
TOPUSES AND HUMANS**

Carlo Antônio de Freitas Lüders¹

José Eraldo Belarmino Farias²

Resumo: A pesquisa científica engloba temáticas cognitivas e intelectuais dos cefalópodes, em específico dos polvos, em relação aos humanos. Esses links podem ser tanto se tratando de semelhanças quanto de diferenças, que por sua vez ajudam a desmitificar esse animal tão curioso e idealizado que é o polvo. O artigo tem como objetivo esclarecer pos-

síveis relações entre esses dois seres, com o intuito de provar o contrário acerca de diversas características neurais tidas como exclusivas dos animais vertebrados. O estudo foi desenvolvido através do método de pesquisa bibliográfico e documental, com destaque para o uso da análise qualitativa.

1 Estudante do Colégio GGE - Boa Viagem, Recife, PE. cursando o ensino médio, aluno do terceiro ano

2 Biólogo pela UFPE - Campus Recife. Pós graduação em Morfologia pela UFPE



Palavras chaves: Links - Cognição - Inteligência - Polvo – Humano

- Intelligence - Octopuses - Human

Abstract: Scientific research encompasses cognitive and intellectual issues of cephalopods, specifically octopuses, concerning humans. These links can be both about similarities and differences, which in turn help to demystify this curious and idealized animal that is the octopus. The article aims to clarify possible relationships between these two beings and to prove the opposite about several neural characteristics considered exclusive to vertebrate animals. The study was developed through the method of bibliographic and documentary research, with an emphasis on the use of qualitative analysis.

Keywords: Links - Cognition

Introdução

Inicialmente, deu-se enfoque na conceitualização de certos termos, como linguagem, memória, pensamento, raciocínio e capacidade de compreensão e percepção. Contudo, também teve grande destaque para a explicação fisiológica dos processos que circundam a atividade dos neurotransmissores, já que tudo isso definido será de verdadeira importância no entendimento do tema.

Outro ponto que é mais que interessante frisar foi a maneira com qual o desenvolvimento, que procede o debate acerca dessa temática, foi articulado. Esse modo foi estruturado através do encontro de possíveis divergências e semelhanças cog-



nitivas existentes entre seres invertebrados (polvos) e os seres vertebrados, preferencialmente o homem. Esclarecendo precisamente e diretamente o que se pode alegar presente nesses cefalópodes e o que não se pode.

Nota-se que a importância dada ao estudo desse específico cefalópode se deve a recente, porém com diversas pesquisas já difusas, publicação de textos e vídeos relacionados a possíveis capacidades neurais exercidas pelo polvo. Dessa forma, o interesse sobre essa tematização foi despertado e houve o postulado de inúmeras qualidades nervosas presentes nesse animal com o auxílio de relevantes bases informativas.

Somente dessa maneira que será possível compreender e fixar bem o tópico relacionado aos links convergentes e divergentes acerca da inteligência e

cognição dos polvos e humanos.

Desenvolvimento

Conceitos básicos

Inicialmente é mais do que importante trabalhar os conceitos do que consiste inteligência e cognição para se entender melhor a temática que será abordada. A primeira denominação se remete a “capacidade de extrair informações, aprender com a experiência, adaptar-se ao ambiente, compreender e utilizar corretamente o pensamento e a razão”. A segunda já é de uma natureza um pouco mais complexa, trazendo consigo a “associação no processo de aprendizado e elaboração do conhecimento, onde somente nos humanos os processos cognitivos são caracterizados por englobar as esferas da linguagem, memória, pensamento, raciocínio, capacidade de



compreensão e percepção.”

Prosseguindo a última conceitualização, é bastante interessante entender os fundamentos que estão por trás, principalmente, das palavras que consistem os processos cognitivos para que, finalmente haja a absorção e possibilite a realização do link correto sobre a temática. Portanto, linguagem é basicamente uma “operação num domínio de ordenações consensuais de ações que surgiram como um resultado da coexistência íntima em coordenações de ações na linhagem de primatas bípedes à qual pertencemos”. Memória é “sob uma perspectiva evolutiva, definida por Chapouthier (2005, p.9) em dois sentidos. No sentido estrito, memória é a capacidade que certos seres vivos têm de armazenar, no sistema nervoso, dados ou informações sobre o meio que os cercam, para assim modificar o

próprio comportamento. Em uma concepção mais ampla, o autor afirma que a memória é, também...todo traço deixado no mundo ou nos componentes deste por um determinado evento”. Pensamento é trabalhado através da “combinação de informações do ambiente com as de suas memórias, através de sua memória de trabalho”, já raciocínio se remete a conclusão do pensamento, com a captação de algo do ambiente, o processamento pela memória de trabalho, sua influência sob a memória de longo prazo e, por fim, a capacidade de compreensão e percepção é a maneira com qual será absorvido a mesclagem das informações do ambiente com a da memória de longo prazo pela memória de trabalho.

Convergência neural entre humanos e polvos



Concluindo essas denominações, agora sim os links de relação serão traçados sem dificuldade de entendimento. É de conhecimento geral que ainda há uma grande mistificação acerca desse animal marítimo, contudo esse artigo entra como um ótimo artifício no que diz respeito ao conhecimento dos polvos e seus parentescos e divergências com o homem. É interessante frisar o valor que os neurotransmissores possuem na elaboração desse elo neural, os principais, mas não únicos são: a acetilcolina, que “é um neurotransmissor na junção neuromuscular, sendo sintetizada por todos os neurônios motores na medula espinhal e no tronco encefálico” (Transtornos da Aprendizagem: Abordagem Neurobiológica e Multidisciplinar, p. 35), e a serotonina, que é sintetizada nos neurônios serotoninérgicos a partir do triptofano pelas

enzimas triptofanohidroxilase e 5-hidroxitriptofano-descarboxilase, que no SNC, os neurônios serotoninérgicos encontram-se em grupos no tronco cerebral, na rafe e no bulbo, e suas projeções se dirigem para o tálamo, o cerebelo, córtex cerebral e medula (Transtornos da Aprendizagem: Abordagem Neurobiológica e Multidisciplinar, p. 35). Da mesma maneira que foi desmembrado certos conceitos na etapa anterior, foi necessário essa prévia breve explicação acerca dos neurotransmissores relacionados a memória e aprendizagem (processos cognitivos), que assim deixará claro a relação encontrada, que é a de existência da ação neuromoduladora da acetilcolina e serotonina nos polvos, através do gesto de contração dos músculos na intenção da troca de cor. Portanto, pode-se alegar a existência de um processo que



trabalhou o raciocínio, capacidade compreensiva e perceptiva e a inteligência, visto que houve a captação da informação de ameaça no ambiente e a própria solidificou um aprendizado, logo após foi elaborado uma capacidade intelectual/inteligente para usufruir do gesto de troca de cor de modo a ser realizado com melhor eficácia.

Todavia, como mencionado anteriormente esses dois neurotransmissores não são os únicos existentes nas vias corpóreas, desse jeito também vale destacar a presença do neurotransmissor Glutamato (GLU) que acredita-se estar presente nos polvos por esse animal possuir os neurônios do motor glutamatérgico, que quando entram em contato com a enzima glutamato Descarboxilase forma o ácido gama-aminobutírico (GABA) (Transtornos da Aprendizagem:

Abordagem Neurobiológica e Multidisciplinar, p. 35). Por conseguinte, tanto o neurotransmissor GLU, quanto o GABA, junto com os outros dois mencionados no parágrafo anterior, exercem um papel fundamental na aprendizagem e memória que são processos cognitivos que muitos não alegam existir em animais invertebrados. Esses mesmos tipos de neurônios ditos, necessitam dentro de seu organismo receptores do mesmo tipo, no caso glutamatérgicos, que com frequência emitem sinapses glutamatérgicas, que, por sua vez, são responsáveis pelo processo de potencialização de longa duração e a depressão de longa duração, ambas são formas de plasticidade sináptica muito associadas a diversas formas de aprendizagem e memórias em animais e humanos, caracterizando outra possível semelhança (Transtornos



da Aprendizagem: Abordagem Neurobiológica e Multidisciplinar, p. 37).

Muitos estudos realizados com polvos foram de base experimental, e nesses mesmos foram detectados uma grande repetição de gestos por parte dessa espécie marinha. Quando encontrado em um ambiente natural, caso haja a aproximação em direção dele, esse animal irá parar na frente do indivíduo que está se aproximando, e pelo menos, em algumas espécies, estenderá um braço para especionar esse homem. Constantemente, um segundo braço virá em seguida, mas sempre é um único que vem primeiro, enquanto o animal o observa (Outras Mentes: O Polvo e a origem da consciência, p. 78). Isso sugere um tipo de intencionalidade, uma ação guiada pelo cérebro. Em vista disso, pode-se alegar que há um processo cogni-

tivo e inteligente nesse ato, já que houve a extração de informação gerada pela primeira vez em que houve esse tipo de abordagem, e essa mesmo gerou um aprendizado, logo após essa fase foi desenvolvida uma capacidade intelectual para utilizar essa reação de abordagem da maneira com maior eficácia possível. Um outro estudo prático que obteve destaque foi o de Jean Boal, professora especializada em comportamento animal e biologia marinha, na Universidade de Millersville, Pensilvânia. Após analisarem e descobrirem a preferência alimentar dos polvos sobre caranguejo, ao invés da lula congelada, foi percebido a seguinte situação, após a alimentação de todos os animais dos tanques, o primeiro das contínuas fileiras parecia estar esperando algo e quando Boal, parada, voltou sua atenção para o habitat artificial desse polvo ali



presente, ele estava segurando ostensivamente o alimento e atravessou o tanque todo em direção a pesquisadora com os olhos voltados para ela (Outras Mentis: O Polvo e a origem da consciência, p. 66). Conclui-se depois dessa cena com nitidez a presença de certo tipo de raciocínio e memória na experiência mencionada, pois ocorreu a captação de algo que está no ambiente, no caso Boal com as lulas descongeladas, o processamento sob a memória de trabalho de uma preferência de gosto já provado e, por fim, a criação de um gesto caracterizado pelo olhar vidrado.

Partindo dessa vez de um viés 100% anatômico, foi notado uma grande semelhança entre importantes áreas nervosas do cérebro dos vertebrados e cefalópodes. As camadas mais profundas da retina dos vertebrados correspondem de uma ma-

neira bem parecida com as três camadas corticais do lobo óptico do polvo. O lóbulo do pedúnculo assemelha-se ao conjunto na folia do cerebelo dos vertebrados. Por fim, o lobo frontal-vertical superior corresponde ao hipocampo nos vertebrados, com funções tanto no aspecto de aprendizagem quanto no de memória (Packard, 1972). Outro ponto foi a comprovação da existência da memória de longo prazo no lobo vertical, através de investigações com a remoção dessa parte dos polvos (Young, 1971; Wells, 1978). Uma maneira complementar de comprovar certo tipo de memória presente nesse tão exótico animal foi a percepção que alguns cientistas tiveram em 2010, quando foi provado que polvos gigantes do Pacífico são capazes de reconhecer indivíduos humanos, mesmo quando eles estão vestidos de uniformes idênticos (Outras



Mentes: O Polvo e a origem da consciência, p. 65). Não divergindo desse fato vivenciado na primeira década do ano 2000, logo em 2011 foi novamente provado a capacidade que esses animais possuem em reconhecer outros indivíduos polvos, comprovando dessa forma a presença de certa capacidade perceptiva que nos humanos é trabalhado na região do neocórtex (Outras Mentes: O Polvo e a origem da consciência, p. 221).

Segundo focadas pesquisas existem certas áreas da medula espinhal dos vertebrados que podem ser comparadas com regiões da massa subsofálica dos polvos. As células da linha média na medula espinhal correspondem também a possíveis partes da posição ventral da massa subsofálica, dessa forma pode-se pontuar que seja nessa área onde ocorre o aprendizado motor

reflexivo por parte dos polvos. Outro importante aspecto foi em relação ao eixo embriológico dos cefalópodes, conforme definido por Fioroni (1978), permite identificar o eixo ântero-posterior (A-P) do corpo do cefalópode como correspondente ao eixo dorso-ventral (D-V) dos vertebrados e, assim, permitir uma comparação com a medula espinhal dos vertebrados. Houve também o acréscimo informativo por parte da Universidade de Londres que realizou diversas pesquisas topográficas do cérebro dos polvos e dos vertebrados. Foi descoberto que o córtex dos ratos é comparado com o lobo frontal e o vertical dos polvos, o estriado desse vertebrado também é dito como próximo ao lobo basal desse invertebrado e o hipotálamo (sistema neurosecretor do roedor) é semelhante ao lobo bucal superior e o lobo subpedunculado.



Apesar de muito pouco falado, diversos mergulhadores ao redor do mundo trazem valiosas informações no que diz respeito ao mundo dos polvos, e há um tempo, novos relatos foram feitos sob os questionamentos que envolvem esse ser, essas teses expostas foram baseadas de acordo com vistos dentro de uma área exótica dominada por polvos, chamada de “Polvópolis”. A principal curiosidade que foi levada em consideração foi a possibilidade dos polvos sentirem dor, visto que foi analisado esse mesmo animal sendo mordido por um pequeno peixe, ato o qual fez com que esse cefalópode tivesse uma reação abrupta de surpresa contemplada por um salto e a jogada de braços para todos os lados (Outras Mentes: O Polvo e a origem da consciência, p. 115). À vista disso, foi percebido que existe sim uma capacidade

de percepção por parte desse animal, indicando assim a presença de algo perto de ser um tálamo, já que essa é a área responsável pela sensação de dor nos humanos. Finalmente, outra importante característica presente tanto nos polvos quanto nos humanos é a molécula da família, chamada de protocaderina, que são responsáveis pela formação dos seus sistemas nervosos. Contudo essas mesmas famílias de moléculas se encontram diversificadas pelo menos três vezes em suas formações nervosas (Outras Mentes: O Polvo e a origem da consciência, p. 226).

Divergência neural entre polvos e humanos

Graças a curiosidade pelo saber que foi se afluando na contemporaneidade, grandes questionamentos começaram



a ser feitos e muitos até foram respondidos, e somente através dessa lacuna informativa, que foi possível realizar a relação entre respostas hemisféricas nos polvos e no homem. A relação é bem mais simples do que realmente parece, a diferença primordial é entre a velocidade de transmissão de informação visual do olho direito para o esquerdo. Dessa maneira, a concretização de uma tarefa visual usando só um olho, somente com treinamento, fez com que o polvo fosse capaz de replicá-la usando o outro olho, ainda assim essa passagem de informação não é uma ação tão simples para esse tipo de ser (Outras Mentes: O Polvo e a origem da consciência, p. 97). Portanto, é notório que o polvo possui tendência a dominância hemisférica, ou seja, um hemisfério trabalha melhor com certos aspectos de uma função, enquanto o outro

hemisfério trabalha melhor com outros aspectos dessa mesma função, fato o qual não é encontrado nos humanos.

Considerações finais

Como visto anteriormente esse trabalho teve como objetivo trazer à tona capacidades intelectuais e cognitivas que se assemelham e se diferenciam envolta do mundo dos polvos e do ser humano. Desse jeito, foi concluído que diversas atividades neurais possuem convergência entre esses dois animais, como a questão de raciocinar, compreender, perceber, memorizar e aprender, que consistem os primórdios da conceitualização de cognição e inteligência.

Referências Bibliográficas

BLANCO, Marília Bazan. et al.



- Revista ESPACIOS. ISSN 0798 226.
1015 Vol. 38 (Nº 50) Año 2017.
- Cognitivo. Blog cognitivo. Brasil. 4/12/2019.
- Fernando, Samuel. Comportamento Animal. Brasil. 29/05/2021.
- Maturana, Humberto. Cognição, ciência e vida cotidiana. Brasil. Editora UFMG. 2001. p. 130.
- Rotta, Newra Tellechea; Ohlweiler, Lygia; Riesgos, Rüdinar dos Santos. Transtornos da Aprendizagem: Abordagem Neurobiológica e Multidisciplinar. 2º Edição. Brasil. Artmed. 2016. p. 35, 37.
- Godfrey-Smith, Peter. Outras Mentes: O polvo e a origem da consciência. Brasil. Todavia. 2019. p.65, 66, 78, 97, 114, 221,
- Benedetti; Tiago Rodrigues. CURSO APRENDA MAIS. Como o pensamento funciona - Neurociência e educação. Brasil. 2018.
- Monteiro, Silvana Drumond; Carelli, Ana Esmeralda; Pickler, Maria Elisa Valentin. A Ciência da Informação. Memória e Esquecimento. Dezembro 08. p. 1.
- Hochner, Binyamin. Octopus nervous system, 2004, p. 1, 3, 4.
- Shigeno, Shuichi; Andrews, Paul L. R.; Ponte, Giovanna; Fiorito, Graziano. Cephalopod Brains: An Overview of Current Knowledge to Facilitate Comparison With Vertebrates. Julho 20. 2018.



O ENSINO REMOTO E AS INFLUÊNCIAS SOBRE O ENSINO DA CIÊNCIAS DA NATUREZA

REMOTE TEACHING AND INFLUENCES ON NATU- RE SCIENCE TEACHING

Luiz Henrique Ferreira Andrade¹

Resumo: O ano de 2020 foi marcado pelo surgimento do novo coronavírus que no Brasil, impactou de forma direta na realização das atividades de docência no ensino, trazendo uma realidade que muitos alunos e professores ainda desconheciam. As aulas on-line nas escolas demandaram rápida adaptação e improviso, o que acarretou no surgimento de algumas adversidades. Este artigo elucida esse problema trazendo reflexões sobre a situação

inédita para todas as pessoas que trabalham na educação.

Palavras - chaves: saberes escolares. práticas educacionais. física e tecnologia.

Abstract: The year 2020 was marked by the emergence of the new coronavirus that, in Brazil, had a direct impact on the performance of teaching activities in teaching, bringing a reality that many students and teachers were

1 Bacharel em Engenharia Civil – Centro Universitário de Patos de Minas - 2016. Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho – FAVENI - 2018. Pós Graduação em Metodologia do Ensino de Física e Química – FUTURA - 2021. R2-Formação De Professores Em Física – UNIFRAN - 2020. R2-Formação De Professores Em Matemática – UNIFRAN - 2021



still unaware of. Online classes in schools required rapid adaptation and improvisation, which led to the emergence of some adversities. This article elucidates this problem by bringing reflections on the unprecedented situation for all people working in education.

Keywords: school knowledge. educational practices. physics and technology.

INTRODUÇÃO

O contexto de pandemia e isolamento social afeta a sociedade em vários setores, inclusive o meio escolar, o qual teve que se reinventar para continuar com as práticas formais de ensino. A forma que os órgãos de educação encontraram para continuar o ano letivo foi a mudança de aula presencial por remota que é

o ensino intermediado pelas tecnologias, sendo considerada por muitos docentes um modelo mais simples da educação à distância (EaD). Os docentes tiveram de “abraçar” as mídias didáticas com intercessão tecnológica para melhor abordagem de ensino, realocando da sala de aula presencial para a virtual, tornando-se um desafio para professores e alunos.

Tendo em vista que, na maior parte do tempo, os alunos são submetidos a aulas expositivas, esse estudo pretende responder as seguintes perguntas: qual seria a reação dos alunos a um método de ensino baseado no uso de experimentos, aplicativos, textos, exercícios, vídeos e outras atividades (Método Multimeios)? E qual seria a resposta dos alunos frente ao uso de um Ambiente Virtual de Aprendizagem e seus recursos dentro do ensino formal



e presencial (Ensino Híbrido)?

Para os alunos não tem sido fácil, pois tiveram que se adaptar a esse novo modelo e ser protagonistas de seu estudo. O acompanhamento da aprendizagem dos alunos também se tornou de difícil acesso, visto que, em sala de aula, o professor de ciências consegue avaliar o aluno através de questionários, debates sobre participação em atividades e experimentos, respostas de os conteúdos abordados, dentre outras formas, e com o EaD os professores não conseguem ter o mesmo nível de abordagem.

Este acompanhamento já era complementado pelos pais em casa, seja no auxílio aos filhos para resolver tarefas de casa, seja para estudar para provas, porém com o advento da pandemia e a implementação do EaD, essa realidade tornou-se mais evidente e os pais se tornaram aliados

importantes na aprendizagem de seus filhos.

Assim, o presente artigo tem como objetivo analisar as reações dos alunos frente ao uso de tecnologias e ferramentas comuns à Educação a Distância (EaD) e o uso de vários meios na apresentação dos conteúdos.

Além de analisar quais as principais dificuldades enfrentadas por alunos e professores de Física na realização do ensino remoto durante a pandemia da COVID-19.

Assim, pode-se afirmar que o atual cenário pode trazer consequências negativas para o ensino de ciências, porém não há ainda respostas para sanar o problema, necessitando haver diversas discussões com todos os envolvidos na educação, de forma a criar-se um processo educacional de qualidade para o pós-COVID-19.



O estudo foi realizado a partir de revisão de literatura narrativa, através do levantamento bibliográfico de artigos, teses e dissertações recentes publicados no Google Scholar, SciELO e Em-base.

DESENVOLVIMENTO

O ensino das ciências da natureza refere-se ao estudo das ciências naturais que engloba as disciplinas de biologia, química e física, e se apresenta de forma significativa para o conhecimento de mundo, já que se aprende desde a simplicidade de uma receita até a complexidade da nanotecnologia.

De acordo com Santos (2003) tais disciplinas solicitam que a prática e a teoria estejam associadas, para gerar uma aprendizagem mais significativa para os discentes, já que muitos

as repudiam sem antes nem terem estudado.

Muitos estudantes relatam sobre as dificuldades em aprender alguns conteúdos das áreas das ciências da natureza e em alguns casos isso se deve a forma como o conteúdo é abordado.

Apesar das mudanças que vêm ocorrendo e sendo sugeridas no âmbito do sistema educacional brasileiro, a sala de aula, nosso principal ambiente de aprendizagem, continua anacrônica. Grande parte das práticas pedagógicas atuais ainda privilegia o ensino transmissivo, às custas de uma ênfase na aprendizagem mediada pelo professor e suas escolhas de recursos educacionais.

O aluno, na maioria das vezes, não questiona, somente absorve o que o professor ou o material didático transmitem,



sem questionar, sem interação com os colegas. Em relação a essa dificuldade, observa-se que é exigido dos alunos uma autonomia para não desanimar e acompanhar sozinho as aulas, fazer os exercícios, porém apenas uma minoria consegue ter êxito neste ponto (CRIVELARO et. al, 2010).

Conseqüentemente essa prática leva a um acúmulo de informações, sem a necessária dimensão formativa que deve ser parte do processo educativo integral do aluno, numa articulação entre o (meta)cognitivo, o afetivo e o social (GUIMARÃES E DIAS,2014, p. 24).

Existem quatro formas de alfabetização na área de ciências da natureza, a nominal que é quando o discente apenas conhece os termos ligados à disciplina, a funcional conhecida como memorização sem entendimento,

a estrutural quando se consegue explicar os conteúdos com suas palavras e a multidimensional onde existe a interdisciplinaridade (KRASILCHIK, 2005).

A forma multidimensional é a que deve ser alcançada pelos alunos, mas muitas vezes a que prevalece é a funcional, já que as abordagens dos conteúdos são constantemente feitas de forma desvinculada da realidade, isso se deve a algumas metodologias de ensino que são utilizadas na escola.

Existem várias formas de se transmitir e de se aprender um conteúdo utilizando diversas ferramentas como: vídeos, textos, aulas expositivas, atividades lúdicas e muito mais. Dessa forma, o docente teve uma urgência em se adaptar aos métodos de ensino remotos e também na busca por conteúdos didáticos, para subsidiar o ensino (CHARCZUK,



2020).

Por outro lado, a Física é uma disciplina multiface, o cálculo, a experimentação, os conceitos, as aplicações cotidianas são algumas delas. Sendo assim, é preciso pensar em como ensiná-la, como ter uma didática específica, como abordar essa disciplina de modo a despertar o interesse dos alunos e a sua predisposição, pois sem esses objetivos, a aprendizagem não significará nada, além de uma necessidade para passar de ano (MOREIRA, 2018). Então, seria possível decidir qual ferramenta e qual enfoque traria maior incremento de conhecimento aos alunos?

Ensinar não é simplesmente transmitir informação; deve-se refletir sobre o processo, o conteúdo e a interação entre este e o aluno. Ensinar é uma tarefa que necessita de incluir um uso

intencional, ou seja, algo que alguém se dispõe a fazer, e um uso de êxito, no qual o resultado é bem sucedido, sendo assim esse conjunto de esforços e decisões práticas refletem no que se baseia o método de ensinar (ANASTASIOU, 1997). Dessa forma, simulações, jogos e atividades lúdicas devem proporcionar uma aprendizagem relacionada ao cotidiano, ativa e interativa.

Para se ter um maior aproveitamento, deve-se exigir uma postura ativa por parte dos alunos e que o professor busque a personalização do ensino.

Sendo assim, o ensino não pode se basear apenas em aulas expositivas, mas em diversas formas ou meios de se apresentar determinado conteúdo. Dando ao aluno a possibilidade de revisão e acompanhamento de notas no seu tempo e não apenas no tempo escolar.



DIFICULDADES DOS PROFESSORES E ALUNOS FRENTE AO ENSINO REMOTO

Esse movimento se centrou em dois grandes focos de problematização: (i) a enorme desigualdade socioeconômica dos brasileiros e, conseqüentemente, a falta de acesso aos recursos necessários para o acompanhamento de aulas remotas por grande parte da população;

Durante o uso do ensino remoto, tem-se verificado que um dos grandes problemas é que a alguns educandos não possuem dispositivos eletrônicos ou acesso à internet, tendo em vista a desigualdade socioeconômica brasileira, dificultando o acompanhamento das aulas remotas por grande parte da população (CHARCZUK, 2020).

A comunicação entre educadores e educandos ocorre por aplicativos, como o Google Meet, Zoom, Skype, Google Classroom, que são peças fundamentais no ensino remoto.

Outro fator que veio junto com o tempo pandêmico foi a necessidade de uma reorganização do calendário escolar. Um dos métodos utilizados para a abordagem completa do conteúdo foi a mudança do calendário escolar, associado ao uso das tecnologias, afetando-o de maneira impactante, sendo ainda, incerto as conseqüências dessa vertente (OLIVEIRA, 2020). O ensino remoto trouxe consigo muitas dificuldades para professores e alunos, já que estes foram inseridos bruscamente ao ambiente virtual que é temido por muitos, às vezes por falta de acesso ou conhecimento de como manuseá-lo.

São inúmeras as situa-



ções que ficaram evidentes nesse cenário atual, uma delas ainda é o não acompanhamento às aulas on-line por parte dos estudantes, uma das principais causas é a falta de acesso à internet.

Além disso, outro fator é a desmotivação dos alunos, o que impede a adesão às aulas não presenciais e a realização das atividades propostas pelos professores. No processo ensino-aprendizagem, a motivação deve estar presente em todos os momentos.

[...] estamos nos virando com o que temos, fazendo de nossa casa um verdadeiro estúdio de gravações, sem o apoio necessário de equipamentos que deveriam ser dados para o desenvolvimento das aulas dos docentes para os discentes (CORDEIRO, 2020).

Falta internet, aparelhos adequados,

apoio da família e estímulos das instituições de ensino [...] (CORDEIRO, 2020).

A falta de interesse e a burocracia de entrega, muitos planejamentos em curto tempo (CORDEIRO, 2020).

Observam-se dificuldades como falta de participação e devolutiva das atividades pelos discentes, além de a necessidade de dividir o aparelho eletrônico com outra pessoa da casa. Chama-se atenção também, para a duração das aulas que às vezes tornam-se extensas somada a falta de um ambiente adequado para a realização das mesmas (PEREIRA, 2021).

Ainda de acordo com os professores essas dificuldades poderiam ser superadas ou amenizadas mediante ao investimen-



to maciço em ferramentas tecnológicas que possibilitem o acesso à internet para todos os estudantes, como também uma maior atuação da família e das redes de ensino, assim como, uma maior preparação dos professores para que possam utilizar melhor os recursos tecnológicos, aumentando as suas possibilidades de integração junto a tecnologia.

É importante para os professores o envolvimento no processo de formação continuada, visto que é nessa busca por uma formação de qualidade que serão encontradas várias respostas relacionadas a determinadas situações que acontecem na sala de aula e que influenciam diretamente o processo de ensino.

Dessa forma, o engajamento no processo de formação promoverá uma aproximação dos estudantes e motivação para aprender os conteúdos estudados

(SANTOS et al., 2013).

Portanto, é imprescindível que tanto na formação inicial quanto na continuada hajam prioridades que envolvam uma mediação eficiente, motivadora e que possibilite ao professor uma prática pedagógica ativa para atuar em diferentes contextos e com várias estratégias de ensino e aprendizagem.

Também é válido lembrar daqueles alunos que não têm suporte material e tecnológico, uma vez por situar em regiões rurais sem sinal de internet e daqueles com condição social fragilizada. Há muitos alunos, que não realizam as atividades por falta de suporte pedagógico para realizar as tarefas.

CONCLUSÃO

A pandemia proporcionou várias reflexões e uma delas



é sobre o avanço tecnológico, uma vez que é preciso repensar o papel do professor e desenvolver estratégias para mudar a visão simplista nas escolas e torná-la mais eficaz e útil para os alunos.

A educação é indispensável para a formação do sujeito na sociedade, pois é através dela que se alcança um desenvolvimento científico e tecnológico, cooperando para atuação do indivíduo em diversas áreas em que seu uso é constante e necessário.

As tecnologias da informação, que vêm se consolidando com os aperfeiçoamentos dos meios de comunicação, em conjunto com a informática, fornecem amplas perspectivas para melhoria das práticas educacionais, disponibilizando novos recursos para atuação do professor e para que o educando possa reelaborar a informação de forma ativa e criativa, expressando um

trabalho de reflexão pessoal.

Por isso, a tecnologia se torna uma ferramenta metodológica significativa quando utilizada de maneira a atingir um objetivo e, também a disposição para ser usada na construção da aprendizagem de diferentes formas e em diferentes contextos, tanto por professores quanto pelos alunos.

Devido a isso os professores de ciências da natureza tem o mesmo sentimento quanto às dificuldades enfrentadas nas aulas não presenciais e de como a formação inicial e continuada de qualidade poderiam ajudar no processo de ter a tecnologia como aliada em sala de aula, diminuindo assim os problemas em manusear equipamentos e plataformas.

Esse cenário atual e inesperado proporcionou muitos desafios para os educadores, porém também impulsionou nitida-



mente a capacidade de se adaptar, se reinventar e desenvolver estratégias para assegurar a aprendizagem dos seus estudantes.

É um momento atípico, mas também uma oportunidade de muita reflexão para o setor educacional. Portanto, nesse momento fica evidente a importância do investimento em infraestrutura e qualificação profissional e tecnológica, para que os professores possam acompanhar a tecnologia e saber administrar momentos incomuns como a pandemia de Covid-19.

REFERÊNCIAS

ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos. Metodologia de ensino: primeiras aproximações... Educar em Revista [online]. 1997, n. 13, pp. 93-100. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0104-4060.174>>. Acesso em: 28 de ju-

nho de 2021.

CHARCZUK, Simone Bicca. Sustentar a Transferência no Ensino Remoto: docência em tempos de pandemia. Educação & Realidade [online]. 2020, v. 45, n. 4. e109145. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2175-6236109145>>. Acesso em: 28 de junho de 2021.

CORDEIRO, K. M. A. O Impacto da Pandemia na Educação: A Utilização da Tecnologia como Ferramenta de Ensino. 2020. Disponível em: < <http://repositorio.idaam.edu.br/jspui/bitstream/prefix/1157/1/O%20IMPACTO%20DA%20PANDEMIA%20NA%20EDUCA%20c3%87%c3%83O%20A%20UTILIZA%20c3%87%c3%83O%20DA%20TECNOLOGIA%20COMO%20FERRAMENTA%20DE%20ENSINO.pdf>>



Acesso em: 30 de junho de 2021.

CRIVELARO, Lana Paula et al.

O comportamento do aluno em um curso a distância dentro do ambiente MOODLE: contrapon-tos entre a ótica inicial e seu uso atual. In: Amaral SF, Souza MIF, Garbin MC. Ambientes virtuais de ensino-aprendizagem. Cam-pinas (SP): FE/UNICAMP; 2010.

GUIMARÃES, Â. D.M.; DIAS,

R. Ambientes de Aprendizagem: reengenharia da sala de aula. In: COSCARELLI, C. V. (Org.). Novas tecnologias, novos textos, novas formas de pensar. 3ª ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2014. p. 23-42.

KRASILCHIK, M. Práticas de Ensino de Biologia. 4ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

MOREIRA, Marco Antônio.

Uma análise crítica do ensino de Física. Estudos Avançados [onli-ne]. 2018, v. 32, n. 94 [Acesso em 28 junho 2021], pp. 73-80. Dispo-nível em: <<https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>>.

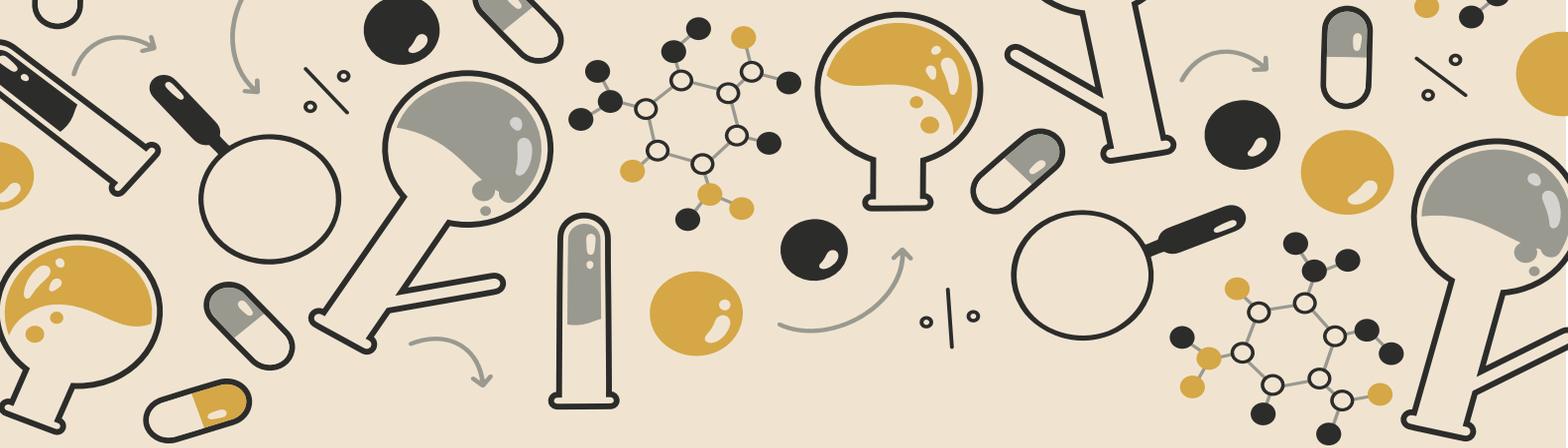
OLIVEIRA, João Batista Araujo

et al. Covid-19 e a volta às aulas: ouvindo as evidências. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação [online]. 2020, v. 28, n. 108, pp. 555-578. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-40362020002802885>> Acesso em: 28 junho 2021.

SANTOS, A. H. D. et al. Congres-so Nacional de Educação - EDU-CERE, XI, Curitiba, Universi-dade católica do Paraná. Anais Eletrônicos, 2013. Disponível em: <https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2013/9474_6573.pdf>. Acesso em: 29 junho 2021.



PEREIRA, Paula Fernanda Belebecha. O uso dos jogos digitais como recurso pedagógico no contexto educacional durante a pandemia. Trabalho apresentado ao Curso de Pedagogia da UNOPAR - Universidade Norte do Paraná. 2021.



**JOURNAL OF INTERDISCIPLINARY
DEBATES**



Periodicojs
EDITORA ACADÊMICA

