

Américo Junior Nunes da Silva
André Ricardo Lucas Vieira
(Organizadores)



FORMAÇÃO
INTERDISCIPLINAR
DAS CIÊNCIAS EXATAS:
Conhecimentos e pesquisas 2

Atena
Editora
Ano 2022

Américo Junior Nunes da Silva
André Ricardo Lucas Vieira
(Organizadores)



FORMAÇÃO
INTERDISCIPLINAR
DAS CIÊNCIAS EXATAS:
Conhecimentos e pesquisas 2

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Formação interdisciplinar das ciências exatas: conhecimentos e pesquisas 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo

Correção: Yaiddy Paola Martinez

Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga

Revisão: Os autores

Organizadores: Américo Junior Nunes da Silva
André Ricardo Lucas Vieira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F723 Formação interdisciplinar das ciências exatas:
conhecimentos e pesquisas 2 / Organizadores Américo
Junior Nunes da Silva, André Ricardo Lucas Vieira. –
Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0197-1

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.971222006>

1. Ciências exatas. I. Silva, Américo Junior Nunes da
(Organizador). II. Vieira, André Ricardo Lucas (Organizador).
III. Título.

CDD 507

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A realidade do país e as diferentes problemáticas evidenciadas ao longo dos anos têm demandado questões muito particulares e mobilizado pesquisadores em busca de respostas a inúmeras inquietudes. É inegável que a pesquisa científica se constitui como importante mecanismo na busca dessas respostas e no melhorar a vida das pessoas e, nesse ínterim, a área de ciências exatas e as relações construídas interdisciplinarmente ocupam um lugar importante.

É neste sentido que o livro “**Formação interdisciplinar das ciências exatas: Conhecimentos e pesquisas 2**” nasceu: como forma de permitir que as diferentes experiências de pesquisadores vinculados a área de ciências exatas sejam apresentadas e constituam-se enquanto canal de formação para outros sujeitos. Reunimos aqui trabalhos de pesquisa e relatos de experiências de diferentes práticas que surgiram no interior da universidade e escola, por estudantes e professores/as pesquisadores/as de diferentes instituições do Brasil e de outros países.

Esperamos que este livro, da forma como o organizamos, desperte nos leitores provocações, inquietações, reflexões e o (re)pensar da própria prática docente, para quem já é docente, e das trajetórias de suas formações iniciais para quem encontra-se matriculado em algum curso superior. Desejo, portanto, uma ótima leitura.

Américo Junior Nunes da Silva
André Ricardo Lucas Vieira

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

SIMULAÇÃO DO TEOREMA DO LIMITE CENTRAL

Álvaro de Lemos César Anjo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9712220061>

CAPÍTULO 2..... 7

QUAL FOI O PRÓXIMO PASSO? GÊNERO E PRECONCEITO NA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC)

Paula Viviane Chiés

Leandro da Costa Fialho

Alessandra Carvalho Leite

Guilherme Souto G. Magri

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9712220062>

CAPÍTULO 3..... 21

COMPARAÇÃO DA TRANSMITÂNCIA DA RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL (RG) ENTRE ANOS SECO E CHUVOSO EM UMA FLORESTA DE MATA ATLÂNTICA

Vanessa Silva Lustosa


Carlos Alexandre Santos Querino

Marcos Antônio Lima Moura

Péricles Vale Alves

Juliane Kayse Albuquerque da Silva Querino

Adalcir Araújo Feitosa Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9712220063>

CAPÍTULO 4..... 31

ANÁLISE DE NDVI PARA EVENTO DE QUEIMADA NO PARQUE ESTADUAL DO XINGU, MATO GROSSO- BRASIL

Maria Joselina Gomes Ribeiro

Marina Costa de Sousa

Jonathas Franco de Sousa

Albertino Monteiro Neto


Stanley William Costa Dias

Marcela Brito Rodrigues

Matheus dos Santos Viana

Ana Paula Souza Santos

Adriano Marlisom Leão de Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9712220064>

CAPÍTULO 5..... 40

“SE TIVER CÁLCULOS EU ESTOU FORA?”: A MATEMÁTICA E OS REFLEXOS PARA A ESCOLHA DA PROFISSÃO

João Gabriel Guirra da Silva


Américo Junior Nunes da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9712220065>

CAPÍTULO 6..... 60

ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO HUMANO PARA SÃO PAULO/SP E ERECHIM/RS UTILIZANDO DADOS DIÁRIOS PARA O VERÃO 2018/2019


Thiago Gonçalves da Silva
José Augusto Ferreira Neto
Paula Andressa Alves de Araujo
Bergson Guedes Bezerra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9712220066>

CAPÍTULO 7..... 71

ANÁLISE DAS EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂) PARA A CIDADE DE PORTO VELHO, RONDÔNIA, BRASIL


Pericles Vale Alves
Luiz Octávio Fabrício dos Santos
Altemar Lopes Pedreira Junior
Carlos Alexandre Santos Querino
Vandoir Bourscheidt

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9712220067>

CAPÍTULO 8..... 85

REDUÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO SOLO NA FLORESTA AMAZÔNICA E SUAS CONSEQUÊNCIAS


Hildo Giuseppe Garcia Caldas Nunes
Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza
Carlos Alberto Dias Pinto
José Francisco Berrêdo Reis da Silva
João de Athaydes Silva Júnior
Antonio Carlos Lôla da Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9712220068>

CAPÍTULO 9..... 96

DIVERSIDADE NAS ORGANIZAÇÕES: UMA REVISÃO DE LITERATURA


Monica Almeida Gavilan
Leonardo Lucas do Nascimento Siqueira
Daene Silva de Moraes Lima
Larissa Bezerra de Oliveira
Bruna Fernandes de Araújo





 <https://doi.org/10.22533/at.ed.9712220069>

CAPÍTULO 10..... 104

SOBRE A FORMALIZAÇÃO DO CONJUNTO DOS NÚMEROS REAIS COMO UM CORPO ORDENADO COMPLETO

Juliana Hazt
Ceni Rafaele da Cruz
Marlon Soares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.97122200610>

CAPÍTULO 11	110
ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DO PROJETO MAIS SAUDE	
Simone Matos dos Santos Teixeira	
Clédson de Souza Magalhães	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.97122200611	
CAPÍTULO 12	116
ANÁLISE QUÍMICA E BIOLÓGICA DE METABÓLITOS VOLÁTEIS DE <i>Psidium cattleianum</i>	
Paulo Roberto de Oliveira	
Felipe Eduardo Rocha Machado	
Elton Lincoln Peyerl de Souza	
Francisco de Assis Marques	
Adriano Cesar de Moraes Baroni	
Palimecio Gimenes Guerrero Junior	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.97122200612	
CAPÍTULO 13	128
EFEITOS DA RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL INCIDENTE NA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO PANTANAL MATO-GROSSENSE	
Bruno Martins Mendes Vieira	
Leone Francisco Amorim Curado	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.97122200613	
CAPÍTULO 14	139
ANÁLISE DOS CASOS DE GRANIZO NO SERTÃO DE ALAGOAS	
Davidson Lima de Melo	
Natalia Fedorova	
Vladimir Levit	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.97122200614	
SOBRE OS ORGANIZADORES	156
ÍNDICE REMISSIVO	157

SIMULAÇÃO DO TEOREMA DO LIMITE CENTRAL

Data de aceite: 01/06/2022

Data de submissão: 10/05/2022

Álvaro de Lemos César Anjo

Agrupamento de Escolas Dr.^a Laura Ayres
Quarteira, Portugal

RESUMO: A demonstração do Teorema do Limite Central no ensino secundário contém duas dificuldades de exposição: a convergência da média amostral e o nível de confiança. A aproximação da média amostral à média populacional, é usualmente feita mostrando imagens de uma experimentação já efetuada, apelando ao bom senso do aluno; é uma questão de fé. Por outro, o conceito de nível de confiança exige uma compreensão difícil de obter sem experimentação. Daqui resulta o paradoxo de que o aluno inteligente deve acreditar (ou memorizar). Esta comunicação pretende mostrar que a folha de cálculo pode realizar a demonstração simulada do TLC, desde que satisfaça alguns requisitos: 1) várias populações de dimensão muito grande; 2) uma ou mais amostras aleatórias, de várias dimensões; 3) atenuação para a variabilidade da média, desvio padrão e nível de confiança.

PALAVRAS-CHAVE: Teorema do Limite Central, Simulação, Excel.

CENTRAL LIMIT THEOREM SIMULATION

ABSTRACT: The proof of the Central Limit Theorem in the upper secondary education

contains two exposition difficulties: the convergence of the sample mean and the confidence level. The approximation of the sample mean to the population mean is usually done by showing images of an experiment already carried out, appealing to the student's common sense; it's a matter of faith. On the other hand, the concept of confidence level requires an understanding that is difficult to obtain without experimentation. Hence the paradox that the intelligent student must believe (or memorize). This communication intends to show that the spreadsheet can perform the simulated demonstration of the TLC, as long as it meets some requirements: 1) several very large populations; 2) one or more random samples, of various dimensions; 3) attenuation for the variability of the mean, standard deviation and confidence level.

KEYWORDS: Central Limit Theorem, Simulation, Spreadsheet.

1 | INTRODUÇÃO

O Teorema do Limite Central (TLC) estabelece que distribuição da média de uma amostra aleatória de dimensão n , de uma população de média μ e desvio-padrão σ , converge para a distribuição normal, $(\mu, \sigma/\sqrt{n})$, quando n cresce para infinito. As consequências práticas são: a) é possível aproximar a média amostral à média populacional, independentemente da população, para um dado nível de confiança; b) se desvio-padrão populacional é dado, amostra pode ser reduzida.

No ensino secundário, TLC contém

dificuldades de exposição, a saber:

- a) a convergência da média amostral;
- b) o nível de confiança.

A demonstração da existência de convergência é usualmente feita pela apresentação de resultados de experiências já efetuadas, com:

- a) tabelas estatísticas dos dados,
- b) figuras das distribuições dos dados. E depois apela-se ao bom senso o aluno, que deve acreditar.

Em resumo: o aluno inteligente deve acreditar (ou memorizar). É uma questão de fé.

Existe uma alternativa, que é apresentar uma demonstração matemática simples seguida de um método experimental expedito. Alguns trabalhos já têm sido feitos nesta direção. ANJO [1], GORDON [3]

2 | MÉTODO

O método experimental é feito por simulação na folha de cálculo, que deve satisfazer alguns requisitos:

- a) várias populações (Normal, Uniforme, Bimodal, Assimétrica) de dimensões muito grandes, ($N > 2000$);
- b) uma ou mais amostras aleatórias (1-20) e de dimensões diferentes (> 15);
- c) atenuação da variabilidade da média, desvio padrão e nível de confiança;
- d) parametrização para verificar o TLC.

3 | CONSTRUÇÃO DO MÉTODO

Etapa 1 : Recolha de informação na Internet sobre TLC..

A informação obtida enfatiza o seguinte:

1. é importante mostrar a aproximação da média amostral à média populacional, para um dado nível confiança
2. a simulação com folhas de cálculo deve explicitar os desvios à média, desvio-padrão e nível de confiança
3. o intervalo de confiança da média populacional deve ser relacionado:

$$IC = \left] \bar{x} - z \frac{\sigma}{\sqrt{n}} ; \bar{x} + z \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right[$$

4. é possível as amostras a uma única amostra aleatória desde que seja suficientemente grande ($n > 30$); a população deverá ser pelo menos 10 (20) vezes maior que amostra.

Conclusão: a) folha de cálculo deve mostrar as 3 medidas; b) simulação de demonstração com população mínima: $4 \times 20 \times 30 = 2400$.

Etapa 2: Dimensão da amostra e nível de confiança na folha de cálculo

Intervalo de Confiança (IC) não é um intervalo de valores plausíveis de \bar{x} , embora possa ser visto como uma estimativa de valores plausíveis de μ . Em 95% dos casos, μ estará dentro do intervalo calculado; em 5% dos casos não estará. E infelizmente não se sabe em quais casos isto acontece. Portanto, em vez de usar o termo “probabilidade”, deverá dizer-se: “com nível de confiança de 95%, μ está dentro do intervalo de confiança.”

Há boas simulações com folha de cálculo apresentáveis no ensino secundário.

A folha de WEBER [5] demonstra que o aumento do número de variáveis aleatórias em conjunto, leva a que a distribuição da combinação resultante fique cada vez mais próxima da distribuição normal.

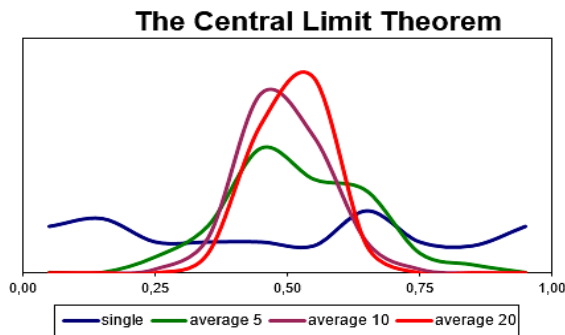


fig.1.

A folha de ASSIS [2] realiza o teste do conceito de Intervalo de Confiança para a média e para o desvio-padrão.

Conclusão: simulação TLC deverá ter: a) amostra de dimensão variável. b) nível de confiança e contagem.

Etapa 3 : Atenuação da variabilidade dos valores

Foi escolhido o alisamento exponencial, porque este método é muito referido e simples de aplicar. Devido à grande variabilidade dos dados, só foi conseguido padronizar os parâmetros com: a) alisamento de ordem elevada [3º, 8º]; b) constante muito baixa [0.001, 0.01]

Etapa 4: Demonstração analítica simples

$$var[aX] = a^2 var[X] \quad \text{variáveis: } X_1, X_2, \dots \text{ independentes}$$

$$var[\bar{X}] = var\left[\frac{1}{N} \sum_1^N X_i\right] = \frac{1}{N^2} var\left[\sum_1^N X_i\right]$$

$$= \frac{1}{N^2} (var[X_1] + var[X_2] + \dots + var[X_N]) = \frac{1}{N^2} (N\sigma_x^2) = \frac{\sigma_x^2}{N}$$

Concluindo: $E[\bar{X}] = \mu$; $\sigma_p = \frac{\sigma_x}{\sqrt{N}}$

Etapas 5: Simulação em folha de cálculo

Foi contruída uma folha de cálculo Excel, que respeitasse os requisitos das Etapas 1,2,3. Observou-se que os desvios da simulação em relação aos valores ótimos esperados, diminuíam com o aumento das dimensões da população e da amostra. Pretendeu-se que a simulação em Excel respondesse de imediato e que fosse possível realizar na sala de aula, com o computador disponível. O compromisso foi obtido com população de dimensão 5000, com amostras de dimensão [10,100], e número de amostras [1,100], para obter erros de <1%. Outros autores preferem trabalhar com 200 ou mais amostras para alcançar bons resultados. MOEN [4]

4 | SIMULAÇÃO 1

Distribuição Assimétrica da População nível de confiança = 0.900
 População : média, $\mu = 7.035$; desvio-padrão, $\sigma = 7.017$; $\sigma/\sqrt{n} = 0.992$
 Amostra: dimensão, $n = 50$, n° de amostras = 30;
 média amostral, $\mu_x = 7.166$; erro = 0.57%;
 desvio-padrão amostral, $\sigma_x = 1.1077$ erro = 1.1%;
 Contagem de $\mu \in IC = 0.891$ desvio = $|0.900 - 0.891| = 0.009$

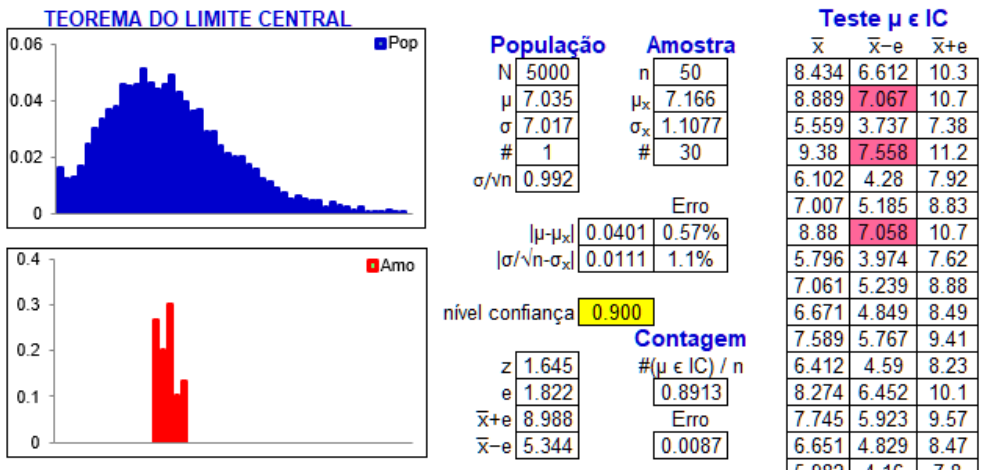


Fig.2 Simulação 1

5 | SIMULAÇÃO 2

Distribuição Bimodal da População nível de confiança = 0.950
 População : média, $\mu = 12.58$; desvio-padrão, $\sigma = 7.761$ $\sigma/\sqrt{n} = 1.098$
 Amostra: dimensão, $n = 50$, n° de amostras = 100;

média amostral, $\mu_x = 12.534$; erro = 0.16%;
 desvio-padrão amostral, $\sigma_x = 1.0327$ erro = 0.5%;
 Contagem de $\mu \in IC = 0.951$ desvio = $|0.950 - 0.951| = 0.001$

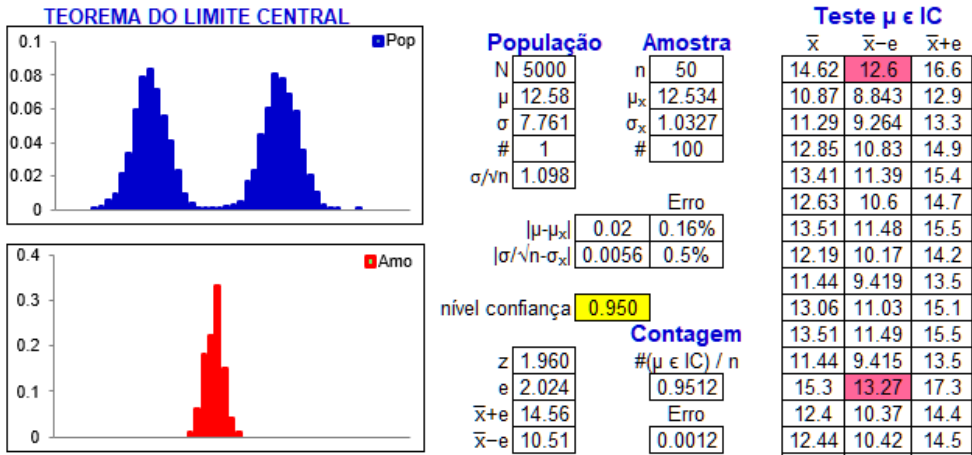
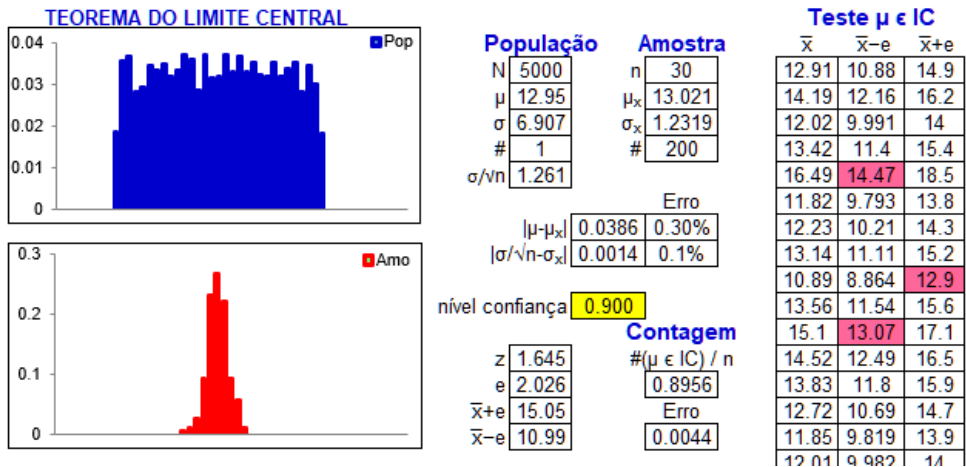


Fig.3 Simulação 2

6 I SIMULAÇÃO 3

Distribuição Uniforme da População nível de confiança = 0.900
 População : média, $\mu = 12.95$; desvio-padrão, $\sigma = 6.907$ $\sigma/\sqrt{n} = 1.261$
 Amostra: dimensão, $n = 30$, n° de amostras = 200;
 média amostral, $\mu_x = 13.021$; erro = 0.3%;
 desvio-padrão amostral, $\sigma_x = 1.2319$ erro = 0.1%;
 Contagem de $\mu \in IC = 0.896$ desvio = $|0.900 - 0.896| = 0.004$



7 | CONCLUSÃO

A simulação apresenta bons resultados para distribuições não normais da população. Quando a dimensão da amostra é 30 é conveniente trabalhar com maior número de amostras (200, na simulação 3) para obter resultados favoráveis. A simulação demonstra que com amostras grandes ($n > 30$) a forma da distribuição amostral simulada é bastante aproximada à distribuição normal, e que a média e o desvio padrão são próximos de μ e de σ/\sqrt{n} , respetivamente.

A contagem do número de casos em que μ está no intervalo de confiança calculado é explícita, permitindo dinamicamente compreender em oposição ao conceito de probabilidade de um acontecimento.

8 | PROPOSTA

Tendo em conta as conclusões acima, é proposto que o exame nacional de MACS deva apresentar o Intervalo de Confiança com a seguinte formulação.

Intervalo de Confiança do valor médio μ da população

População normal
 σ é conhecido

População qualquer
Amostra grande, $n > 30$
Usar σ (caso exista) ou s

$$\left[\bar{x} - z \frac{\sigma}{\sqrt{n}} ; \bar{x} + z \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right] \quad \left[\bar{x} - z \frac{s}{\sqrt{n}} ; \bar{x} + z \frac{s}{\sqrt{n}} \right]$$

REFERÊNCIAS

[1] ANJO, Álvaro (2015), Aprendizagem matemática dinâmica com folha de calculo, Poster, 2ª Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidade y Combinatória, <http://www.jvdiesproyco.es/>

[2] ASSIS, Rui (2012), Teste do conceito de Intervalo de Confiança, [http://www.rassis.com/artigos/Estatistica/Intervalo Confianca Teste.xlsx](http://www.rassis.com/artigos/Estatistica/Intervalo%20Confianca%20Teste.xlsx)

[3] GORDON, Sheldon (2004) clt-simulation.xlsm, simulating-confidence-intervals.xlsm, Graphical Explorations for Statistics and Probability in Excel, <https://www.farmingdale.edu/faculty/sheldon-gordon/dynamicstatistics.shtml>

[4] MOEN, David, POWELL (2005) John, Illustrating the Central Limit Theorem Through Microsoft Excel Simulations, <https://core.ac.uk/download/pdf/268109618.pdf>

[5] WEBER, Bob, (2013), Central_Limit_Theorem.xlsx, https://www.kellogg.northwestern.edu/faculty/weber/decs-430/Central_Limit_Theorem.xlsx

CAPÍTULO 2

QUAL FOI O PRÓXIMO PASSO? GÊNERO E PRECONCEITO NA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC)

Data de aceite: 01/06/2022

Paula Viviane Chiés

Leandro da Costa Fialho

Alessandra Carvalho Leite

Guilherme Souto G. Magri

Grupo de Estudos Socioculturais e Pesquisa em Educação Física (GESPEF-UNIEURO) - Membro da REDE CEDES/UnB-DF

RESUMO: A formulação da BNCC tem sido objeto de discussão dos profissionais da área de educação, principalmente com o intuito de reconhecer o incentivo a transformações nas políticas públicas com foco na continuidade do caráter multicultural e democrático da Constituição Federal de 1988. Com a finalidade de discutir as categorias de “gênero” e “preconceito” na referida proposta, o estudo desenvolveu um processo de coleta de dados em diferentes âmbitos, na análise do documento final da BNCC, dos relatórios e pareceres críticos do documento preliminar, assim como da narrativa recolhida de entrevistas estruturadas realizadas junto a profissionais de Educação Física. A partir do desenvolvimento do estudo, pode-se inferir que o documento apenas apresenta as palavras *gênero* e *preconceito* (ou termos correlatos) em seu texto, como delimitações pontuais, sem comprometimento e contextualização, portanto,

não irrompe avanço no campo de políticas públicas que se comprometa em construir uma base argumentativa à questão da equidade.

PALAVRAS-CHAVE: Base Nacional Comum Curricular; gênero; preconceito.

WHAT WAS THE NEXT STEP? GENDER AND BIAS IN THE COMMON NATIONAL BASE CURRICULUM

ABSTRACT: The formulation of BNCC has been the subject of discussion among professionals of education, especially as to the question of recognizing incentives to changes in public policy aimed at multicultural and democratic continuity of the Federal Constitution of 1988. In order to discuss the categories of “gender” and “Prejudice” in the proposal, the study developed a multi-area data gathering process in the analysis of the final document of BNCC, of reports and critical review of the preliminary document, as well as the narrative collected from structured interviews conducted with Physical Education professionals. From the development of the study, it can be inferred that the document only lists the words *gender* and *bias* (or related terms) in the text as delimitations without commitment and contextualization, failing to recognize the advances in public policy committed to building an argumentative based on equity.

KEYWORDS: Common National Base Curriculum; Gender; Bias.

1 | INTRODUÇÃO

As políticas públicas formuladas e implantadas após 1988, passaram a ter a responsabilidade de cumprirem uma nova caracterização expressa pelo texto da Carta Magna, nesse sentido observa-se a busca pela gestão democrática, a contextualização das propostas frente às diferenças geográficas, sociais e culturais e, no caso da igualdade de direitos, a definição da questão de gênero e do preconceito (discriminação de raça/etnia, sexo, idade, classe social, entre outras) como pautas de relevância às políticas públicas de educação no Brasil (BRASIL, 1988). Nesse contexto, a proposta de uma *formação básica comum e nacional* com a definição de currículos mínimos na Educação Básica aparece tendo a finalidade de orientar os sistemas de ensino na elaboração de políticas, ações e propostas curriculares, sobretudo, almejando-se uma educação para todos que possa atender a metas de ascensão da qualidade social na educação.

A categoria “gênero” pode ser primeiramente concebida como uma construção social dos sexos, assim como delimitada por Simone de Beauvoir (*O Segundo Sexo*, 1949), definição simples, mas que, no entanto, expurgou a limitada análise das desigualdades entre homens e mulheres na sociedade, do âmbito restrito de justificativas dadas como biológicas. O gênero tem a sua caracterização no processo relacional criado para se compreender como homens e mulheres expressam seus papéis sociais previamente definidos na sociedade, e como a esses modelos sociais agregam-se formas de discriminação dentro da interseccionalidade (SCOTT, 1989; 1995). O principal dilema ao tratar da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento norteador do currículo dos sistemas e redes de ensino das unidades federativas, não se identifica somente pela escolha de sua forma, organização, conteúdo, e direcionamento, mas integra a análise de tais tópicos perante as reais possibilidades criadas de atendimento à universalização de uma educação de qualidade.

Há alguns princípios que se tornam “universais” em determinada época (FIORELLI SILVA; ALVES NETO; VICENTE, 2015). “O mesmo desafio se impõe para as definições dos padrões que regulam os princípios democráticos e para os que regulam os processos educativos no sistema de ensino [...]” (p. 332). Nesse âmbito as políticas públicas de educação têm demonstrado a preocupação em atender justamente as demandas criadas para a democracia de direitos. Um exemplo deste direcionamento vem sendo o emprego das *Diretrizes Curriculares Nacionais* voltadas diferentemente para as *relações étnico-raciais* (Lei n. 11.645 de 10/03/ 2008; Resolução CNE/CP n. 01 de 17 de junho de 2004), a *cultura indígena e políticas ambientais* (Lei n. 9.795 de 27 de abril de 1999 e Decreto n. 4.281 de 25 de junho de 2002) e a questão dos *direitos humanos* (Parecer CNE/CP N° 8, de 06/03/2012, que originou a Resolução CNE/CP N° 1, de 30/05/2012). Especificamente na questão de gênero, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), até o momento em termos de políticas públicas de educação, tem sido o único documento trabalhado junto a

tal abordagem em suas diferentes secções.

A *Base Nacional Comum Curricular* (BNCC) não é um documento que tenha o interesse em combater preconceitos, dentre eles as imposições relacionadas às desigualdades de gênero, portanto, não se acredita no referido documento como protagonista de ações no âmbito do aumento da qualidade de educação por esta via. Todavia, a compreensão das relações de gênero, de como elas se constroem e se estabelecem em nossa sociedade é imprescindível para qualquer proposta de organização curricular. Não há dúvida da relevância de discussões em torno da incorporação da perspectiva de gênero na BNCC, contudo, vale ainda indagar sobre o modo como os princípios orientadores, conteúdos, objetivos, ou seja, como cada componente da BNCC abordou a questão de gênero em suas reflexões e sobre suas consequências para a educação escolar.

O referencial de discussão do presente estudo foi a proposta da *Base Nacional Curricular Comum* (BNCC), tendo como foco as seguintes categorias de análise: o “gênero” e o “preconceito”. O estudo procurou evidenciar que a BNCC, não destoa da maioria das políticas públicas de educação pós-1988, daquelas que trataram a inclusão da perspectiva de gênero e preconceito de maneira ainda tímida, sem indicar transformações concretas, apenas com o acréscimo dos termos ao longo do texto, sem dar criticidade e pertinência às questões direta e indiretamente envolvidas.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

O contexto das leis, decretos e planos produzidos no âmbito da educação pública federal nas décadas de 1980 e 1990 mostrou que, no Brasil, “[...] a inclusão de uma perspectiva de gênero nas políticas públicas de educação é mais recente e menos institucionalizada do que em outros campos, como, por exemplo, nas áreas da saúde e do trabalho [...]” (VIANNA; UNBEHAUM, 2006, p.409).

De maneira geral, o conjunto de documentos que regulamenta a prática de políticas públicas de educação apresenta a perspectiva de gênero integrada à noção geral dos direitos e valores, o que gera uma diluição da especificidade que tal questão deva receber junto a caracterização que o preconceito desenvolve no ambiente escolar. Não houve mudanças concretas nos currículos de formação docente e na prática docente que sinalizem a uma incorporação da perspectiva de equidade de gênero (VIANNA; UNBEHAUM, 2004), por exemplo, no planejamento e organização didático pedagógico dos professores.

Vianna e Unbehaum (2004) salientam que educadores e educadoras não apresentam o preparo adequado para reconhecerem a expressão e caracterização que a questão de gênero e o preconceito ganham no ambiente escolar, muito menos ainda para sobreponem as ideias preconcebidas, e identificarem, em suas próprias práticas pedagógicas, o reforço a estereótipos forjados nas diferenças pertinentes ao gênero. Por isso, os avanços nas discussões do gênero e preconceito nas políticas públicas ainda têm sido relativos e

restritos, deixando-nos com a dúvida de *qual foi o passo dado a frente*, tendo ainda um terreno fértil para mudanças mais efetivas, não circunscritas à garantia de acesso igual a meninos e meninas, ou a um discurso mascarado na igualdade, mas traçando uma nova realidade a partir da construção gradativa de mudanças.

A abordagem de gênero na Constituição Federal, na Lei de Diretrizes e Bases (LDB-1996) e no Plano Nacional de Educação pode ser observada através de três características distintas: a *linguagem* utilizada; a *questão dos direitos*, na qual o gênero aparece subentendido; e a *imprecisão*, pela qual a referência à dimensão gênero desaparece da discussão geral do documento, emergindo de maneira esparsa e tímida em alguns tópicos (VIANNA; UNBEHAUM (2004). No caso da *linguagem*, foi identificada a nomeação dos indivíduos de ambos os sexos, com ênfase na forma masculina, fato que para os autores, o modelo linguístico androcêntrico: “não pode (nem deve) ser aceito como inquestionável ou como mera questão de norma linguística. Isso porque o uso do masculino genérico nas premissas que discutem direitos e organização do sistema educacional brasileiro dá margem para ocultar as desigualdades de gênero [...]” (p. 90). A abordagem genérica do gênero na *questão de direitos* também gera limitações, isso porque é “[...] preciso ler nas entrelinhas dessas leis para ver, na defesa dos direitos em geral, pequenos avanços quanto às questões de gênero [...]” (p.91).

Algumas frases e palavras não construídas de forma esclarecedora quanto à questão de gênero não oferecem efetividade nas mudanças, portanto, concebesse que apenas profissionais carimbados nas discussões perante essa categoria de análise conseguem trazer uma interpretação possível às questões de gênero, subentendidas em palavras como *cidadania*, *direito de todos* etc. No Plano Nacional de Educação, política pública de educação também analisada no referido estudo, demonstrou-se a questão de gênero abordada na apresentação do documento, entretanto, desaparecendo do conteúdo geral desenvolvido, emergindo apenas em tópicos esparsos, sem um acompanhamento e contextualização crítica acerca do assunto.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, especificamente na introdução de seu texto, conseguiram evidenciar uma tentativa de colocar a questão de gênero como referência para a constituição da identidade de crianças e jovens. Isso foi quebrado por um tratamento acanhado das questões de gênero no restante do documento. Com exceção do tópico dedicado à *Orientação Sexual*, no qual foram articuladas as relações entre a pluralidade cultural e as questões de gênero (VIANNA; UNBEHAUM, 2004).

3 | METODOLOGIA

O estudo analisou as versões de elaboração da *Base Nacional Comum Curricular* (BNCC) disponibilizadas para consulta pública, até se chegar à versão final em abril de 2017, período no qual o MEC entregou a versão final da BNCC ao Conselho Nacional de

Educação (CNE). Em 16 de setembro de 2015 a 1ª versão da BNCC foi disponibilizada para consulta pública, seguindo em 3 de maio de 2016, com a publicação da 2ª versão da BNCC que seguiu o mesmo processo de análise. Através das contribuições dinamizadas no *site* do Ministério da Educação por intermédio de uma consulta pública realizada a partir da publicação do documento em sua 1ª. versão, publicada em 16 de setembro e concluída em 15 de março de 2016, pôde-se também acompanhar o processo de discussão e conclusão do documento com a análise dos *relatórios analíticos* das contribuições, *pareceres dos leitores críticos* e *diretrizes da revisão* do documento preliminar. Logo, o presente estudo analisou todos os 73 pareceres críticos divulgados e os relatórios produzidos, tendo como alicerce o campo da Educação Física e demais áreas.

O intuito da averiguação ampla da BNCC foi recolher elementos que orientassem as análises da caracterização da abordagem de gênero e preconceito em todo o documento, e em outro plano, que também subsidiasse um olhar particularizado a essas reflexões no campo da Educação Física, inserida na *Área de Linguagens*.

Em suas delimitações metodológicas, para complementar a análise específica da Educação Física na BNCC junto às questões de gênero/preconceito, o estudo aplicou entrevistas semiestruturadas (RICHARDSON, 2008) junto a um grupo de profissionais da Educação e Educação Física. As entrevistas foram elaboradas tendo um cabeçalho no qual o(a) entrevistado(a) deveria se definir quanto a sua postura em relação à BNCC, dentro das seguintes possibilidades: *parcialmente a favor*, *totalmente a favor*, *parcialmente contra*; e *totalmente contra*. As questões realizadas foram pautadas na exploração do “olhar crítico” dos entrevistados e entrevistadas com relação ao contexto exposto pelo documento, primordialmente indagando-os acerca das questões de gênero e preconceito na conformação do texto da proposta, e na visualização de suas repercussões no campo da Educação Física escolar.

Foram realizadas seis entrevistas (três homens e três mulheres), todos da área da Educação e/ou Educação Física.

Relação do(as) entrevistados(as)			Postura em relação à BNCC
MULHERES	Entrevista 1 ♀ ¹	E1♀	Parcialmente a favor
	Entrevista 2 ♀	E2♀	Parcialmente a favor
	Entrevista 3 ♀	E3♀	Totalmente a favor
HOMENS	Entrevista 1 ♂	E1♂	Parcialmente a favor
	Entrevista 2 ♂	E2♂	Parcialmente a favor
	Entrevista 3 ♂	E3♂	Parcialmente a favor

Quadro 1 – Relação dos profissionais entrevistados.

1 No quadro aparecem os símbolos ♂ com referência ao gênero masculino e ♀ com referência ao gênero feminino.

A amostra selecionada foi definida a partir dos seguintes critérios: a) profissionais da área de Educação e/ou Educação Física com experiência profissional no campo da Educação; b) profissionais que se autointitulam conhecedores da proposta da BNCC em um nível de médio a elevado; c) profissionais que, apesar de envolvidos com as discussões em torno do documento, não compuseram diretamente o material (o que poderia acarretar uma definição prévia do direcionamento a favor da proposta em suas argumentações).

4 | O GÊNERO E O PRECONCEITO NA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

As narrativas dos/das participantes do estudo e os apontamentos presentes nos pareceres críticos sinalizaram que os argumentos sob a abordagem de “gênero” e “preconceito” no documento da BNCC necessitam maior comprometimento da proposta com a discussão e intervenção frente a tais categorias, enfim, uma postura que pudesse repercutir em transformações concretas na mentalidade e subsídio para construção de práticas pedagógicas combativas à discriminação (sexual, étnica-racial, etc.) no ambiente escolar. Houve ascensão numérica de citações dos termos “gênero, preconceito e discriminação” da versão preliminar à segunda versão da proposta, no entanto, nada que instigasse à construção de preceitos a conscientização combativa de professores e demais atores no ambiente escolar. A BNCC definida pelo próprio Ministério da Educação (MEC) como norteadora dos currículos dos sistemas e redes de ensino das Unidades Federativas, como também das propostas pedagógicas de todas as escolas públicas e privadas de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, em todo o Brasil, não pode se eximir da responsabilidade em repercutir transformações no contexto das intervenções pedagógicas do cotidiano da escola.

Como primeiro tópico dos *princípios norteadores*, a BNCC expõe à questão de gênero e do preconceito como elementos que garantam o “direito à educação”. Não somente nessa seção do documento, as questões de gênero são demonstradas como uma categoria que pode ser referência ao preconceito, assim delimitadas junto a outras categorias: etnia, idade, classe social etc., portanto, os chamados “objetos de discriminação” no âmbito da interseccionalidade. Essas categorias são elencadas como modelo discursivo que supostamente garantiria uma postura e verbalização politicamente correta no documento, sinalizando as diferenças.

Na segunda versão da BNCC (2016), em seus capítulos iniciais ainda no plano de princípios, o documento continua a abordagem dos termos gênero e preconceito como direito à aprendizagem, direito à educação etc., remetendo-se de maneira pontual, e lembrando aos leitores que o atual documento segue os parâmetros da LDB (1996) e perspectivas abordadas nas diretrizes curriculares do Conselho Nacional de Educação. As duas primeiras versões da BNCC apresentadas para consulta pública, não apresentaram discurso, conceituação e teorização que diferenciem os conceitos de gênero, preconceito

e discriminação, contexto que em caso contrário, possibilitaria um arcabouço teórico de sustentação para as delimitações estruturadas pelo documento, sobretudo, porque a evidência criteriosa dessas diferenças epistemológicas repercutiria em aprofundamento teórico-crítico e impulsão para pensá-las na prática. A ausência de um cuidado perante a utilização desses termos sinaliza a superficialidade e falta de comprometimento com o contexto educacional advindo desses termos empregados na realidade educacional. Há a necessidade pungente da educação abarcar os campos teórico, pedagógico e político em unicidade, para se defender uma postura crítica em qualquer política pública que busque trabalhar as questões de gênero e preconceito, pois a neutralidade ou mascaramento dessas questões não geram mudanças positivas em relação ao contexto de violência, exclusão e discriminação nas escolas.

Os pareceres críticos à BNCC, nos diferentes componentes curriculares, já sinalizavam a ausência e ineficiência à abordagem das questões de gênero e preconceito no documento preliminar. No documento final foram evidenciados ajustes, no entanto, como tentativa de apaziguar possíveis polêmicas, assim sendo, nota-se em determinados momentos a citação pragmática de termos como *gênero*, *diversidade*, *discriminações* etc., não sendo acompanhada de um aprofundamento da importância de um trabalho pedagógico com esses enfoques.

O E1(♂) colocou-se a favor da criação da BNCC como parâmetro para o trabalho curricular nas escolas, e acredita que a adequação da Educação Física no campo das *Linguagens* não trouxe repercussões, pois demonstrou-se em sintonia com o enquadramento realizado já nos *Parâmetros Curriculares Nacionais*. O referido professor, também experiente em ações voltadas ao Paralimpismo junto ao Ministério do Esporte, ressaltou frases que poderiam resumir o seu ponto de vista geral: “Eu tenho que falar todos os dias sobre isso (preconceito), se eu deixar de falar eles vencem” e “não devemos tratar os desiguais como iguais”. Para o professor, o texto da BNCC não contempla diretamente as questões do preconceito, e que essa omissão prejudica o destaque de fatores que devem ser abordados pelos professores em seu trabalho diário nas escolas.

O entrevistado considera que a BNCC não contemplou as questões de gênero, além disso, acredita que o principal agravante dessa falha emerge no caso da sexualidade (principalmente em relação a transexualidade), pois os educadores e até mesmo a infraestrutura das escolas, não estão preparados para atenderem a essas diferenças. No caso das relações de gênero, afirma que muito tem se avançado em tais questões, considerando como exemplo dessa evolução, a inserção do futebol feminino nas escolas. Para o participante do estudo, ainda os principais grupos prejudicados pela supressão da BNCC ao trato das questões do preconceito, foram as pessoas com necessidades especiais e os grupos como os transexuais, pois em relação a ambos os casos, as escolas não possuem estruturas físicas, recursos humanos e experiência/preparo adequados para atendê-los em suas particularidades.

Para alguns profissionais, em seus pareceres críticos dispendidos à versão preliminar da BNCC, as discussões de gênero e preconceito foram contempladas no documento, isso porque quando aparece a universalidade do “direito à educação” em diferentes momentos do documento, o documento já estaria tratando de questões pertinentes à diferença.

A expressão “direito à educação” evidencia-se em dois momentos da BNCC, ambos direcionados à educação em direitos humanos. Como parte de um dos *temas integradores*, em específico aos “direitos humanos e cidadania”, no qual o direito à educação aparece na delimitação de um dos eixos dos direitos humanos, isso porque envolve concepções e práticas educativas fundadas nas responsabilidades individuais e coletivas. Torna-se importante neste momento e contexto do presente artigo destacar que a Resolução CNE nº 1, de 30 de maio de 2012, estabelece *Diretrizes Nacionais para a Educação em Direitos Humanos*, documento que tem sido primordial para acrescentar gradualmente o vocabulário e estimular práticas/ponderações em diferentes instituições e níveis de ensino que agreguem questionamentos voltados ao campo dos direitos humanos.

Para E1(♀) a BNCC traz elementos que geram um trabalho para amenização do preconceito, mas ainda com uma invisibilidade do tema, não construindo mudanças concretas no cotidiano de atuação nas escolas. Da mesma forma, a adequação da Educação Física no campo das *Linguagens*, está de acordo com o mérito da aludida área em termos de expressão corporal ou mesmo de sua perspectiva de “cultura corporal”. No entanto, esse enquadramento, também não provoca uma modificação do senso comum e no trabalho da Educação Física nas escolas. Para a professora, todas as reflexões que poderiam combater a visão machista, sexista, racista, de maneira geral preconceituosa dentro do contexto educacional nas escolas, foram abordadas na BNCC de maneira tímida e ainda na lógica do senso comum, não semeando uma mudança de paradigma. Portanto, em relação à BNCC, textualmente a entrevistada afirmou: “[...] não considero que tenha contemplado um avanço significativo neste sentido [...]”.

Oxley da Rocha (2015), a partir de seu parecer crítico à BNCC, ressalta que existem dois aspectos centrais que justificam a sua posição como *parcialmente a favor* da BNCC. Primeiramente observa uma contrariedade na criação de uma base única para tratar da diversidade expressa pelas regionalidades, assim, em sua concepção, um conjunto de temas trabalhado em transversalidade poderia incorrer em maior eficiência no atendimento das necessidades dos diferentes grupos. Por outro lado, identifica a proposta da BNCC, sobretudo, como um documento de delimitação de conteúdos, omitindo-se à discussão e orientação para as práticas pedagógicas.

O entrevistado trabalha com a formação de professores e, nesse âmbito, a base de formação a seus alunos se constitui tendo como referência a realidade da escola, portanto, o estudo de uma proposta como a BNCC é pertinente pois seus apontamentos interferem/interferirão diretamente na organização e compreensão dos conhecimentos trabalhados no contexto escolar. A Educação Física como área de conhecimento no campo

das *Linguagens* responde as suas relações com a cultura corporal, logo, historicamente essa alocação foi previsível. Para o relator, a BNCC deveria ter um espaço ou campo Multidisciplinar, que nesse caso, a Educação Física seria melhor definida, podendo expor suas perspectivas tanto no campo de Saúde e Humanidades, fugindo de uma visão reducionista. O citado professor acredita que a BNCC aborda as questões de gênero e preconceito, todavia, advertiu que tais categorias deveriam ter sido contextualizadas junto a elementos orientadores das práticas dos profissionais nas escolas, exemplificando-lhes o “como” agir ou trabalhar com essas prerrogativas.

Como educador, o Oxley da Rocha (2015) destaca que a discussão frente às questões de gênero e de preconceito são realmente combativas, repercutem em mudanças. Caso tivessem sido trabalhadas há muito tempo como abordagens constantes em nossas formações, da mesma forma que tivemos a aprendizagem das letras e dos números, provavelmente não teríamos a visão machista e homofóbica que, muitas vezes, vemos na sociedade. Esse profissional acredita que os termos gênero e raça/etnia, a partir do momento em que aparecem na BNCC, docentes criativos e motivados por tais questões podem ser instigados a trabalharem com esses elementos que são fundamentais para a formação da cidadania.

A partir dos apontamentos, infere-se que as políticas públicas (sociais) de gênero estão focadas nas transformações, trabalhando com ações afirmativas que possam, não apenas levar a uma discussão aprofundada e incisiva sobre o julgamento das diferenças, mas que conduzam à transformação, modificando o *status quo*. Por conseguinte, a presença das políticas de gênero, mesmo em seu processo inicial de conscientização, inserindo-se no contexto do qual se pretende modificar, carece da construção de um campo de problematização mais incisivo e enraizado do que trouxe a BNCC. A problematização como ação combativa ao preconceito justifica-se pelo desafio de desconstrução de ideias pré-concebidas e enrijecidas (estereótipos) que formam nossa maneira de ver o mundo (CROCHIK, 2006). A escola é um campo de construção naturalizado de difusão dessas ideias pré-concebidas, no entanto, o educador precisa acreditar que pode ser também um *locus* de transformação de criação de ações voltadas para uma nova mentalidade.

Conforme exposto por E2(♂), o direcionamento definido no *Componente Curricular de Educação Física* trouxe elementos que podem orientar o trabalho dos professores em prol da amenização de preconceitos:

“[...] porém é preciso deixar claro que as questões que envolvem preconceito e discriminação não se resolvem por meio teóricos. Estes comportamentos pertencem a idiosincrasia de todos os envolvidos, inclusive do professor. Ter ou não preconceito de qualquer natureza exige mudanças orgânicas na escola, cuja estrutura contraditória esta edificada no discurso igualitário e na diferença concreta dos alunos [...]”.

A BNCC ou qualquer outro documento que construa uma homogeneidade nos

currículos ou a definição de “conteúdos e enfoques” básicos ou essenciais não garantirá, por si só um combate e amenização do preconceito. Há a necessidade de transformação da conduta do professor ou professora frente as questões que hoje se tornaram imprescindíveis para uma educação equânime: o tratamento frente às questões da sexualidade, do racismo, do gênero, etc. Para isso não basta aventar-se essas questões dentro do politicamente correto e superficialidade de ponderação, mas a formação de professores deve ter como pauta central definir por quais intervenções construir-se-ão práticas pedagógicas cada vez mais atentas ao preconceito, mesmo que esse esteja implícito, deve ser combatido para que não seja viciosamente enquadrado pela naturalização da exploração e dos privilégios.

Para o profissional E3(♂), a BNCC é uma orientação curricular importante para o direcionamento de políticas públicas, não é redentora, ou seja, não resolve os problemas da falta de equidade na educação pública brasileira. Na escolha de dois lados possíveis à adequação da BNCC como progressista ou tradicional, o professor entrevistado acredita que pela deficiência que o Brasil apresenta na formação educacional atual, justifica-se a caracterização da BNCC, mesmo tendo ainda uma visão prescritiva no âmbito de diferentes temas (inclusive das questões de gênero e preconceito), mormente, a proposta demonstra-se fundamental como um posicionamento curricular apenas inicial e propenso continuamente a mudanças. A BNCC é principalmente uma orientadora para a adequação de políticas de condições de oferta da educação básica, políticas de avaliação, políticas de formação inicial e continuada de professores etc.

Quanto às questões de gênero e preconceito, o entrevistado salienta a necessidade de que determinados grupos interfiram na estrutura da BNCC e tornem-na progressista, pois certamente outros setores entenderão que a BNCC foi muito à frente pela sua falta de posicionamento ideológico, e isso marca um retrocesso de mais de 40 anos, chegando à época do militarismo em nosso país. Há a necessidade de um posicionamento sobre as desigualdades de gênero, das orientações sexuais, “[...] nesse sentido acho que a base pode avançar mais, mas pode retroceder também, pois nós temos movimentos muito conservadores que atacam esta perspectiva e é um documento que ainda está em disputa, a gente não pode esquecer disto [...]”.

Para E2(♀) a Educação Física sendo colocada na área de *Linguagens* apenas restringe o seu espaço e atuação, não sendo possibilitado nenhum avanço a nossa área em específico, enquanto que a sua possível adequação em uma quinta área, poderia ter representado um estímulo para o seu reconhecimento. A entrevistada ressalta que a BNCC, assim como os PCN, pode definir um caminho para adequação das intervenções na educação, fazendo com que todos os profissionais sejam orientados a como trabalharem em cada série, respeitando a homogeneidade do trabalho e adequação aos princípios de evolução dos conteúdos. Da versão preliminar para a 2ª. versão, a participante do estudo afirma com as questões de gênero foram reforçadas, apesar disso, o enfoque do preconceito deve ser contínuo e crescente em todas as políticas voltadas à educação.

Para outra entrevistada do estudo E3(♀) a discussão enfatizada das questões de gênero pode ser prejudicial, isso porque:

“[...] quanto mais a gente enfatiza acho que piora a situação, acho que existe hoje... lá na Base eu não identifico preconceito, eu não consegui ver preconceito, como eu lido com essa coisa muito normalmente, muito tranquilamente, eu não consegui ver esta questão, e não identifico como antigamente era trabalhado feminino e masculino, eu não consigo ver esta questão do gênero lá diferenciada [...] Acho que é uma coisa normal, quando a gente fica discutindo separações, essas coisas..., acho que aumenta [...]”.

O depoimento da entrevistada demonstra um despreparo de determinados grupos envolvidos na educação em tratar as questões de gênero e preconceito dentro de uma teorização e reflexão, e transpor essas discussões para o seu campo de atuação prática. Franklin e Camargo (2001) ressaltam que o preconceito é veiculado de uma forma geralmente encoberta pela ideia de que se vive em um paraíso de coexistência e de aceitação das singularidades, preservando justamente o problema, não o enfrentando “[...] por criar-se a ideia de ele não existir [...]” (p.78). Para E3(♀), a uniformidade do direcionamento proposto na BNCC é importante pois até então se percebia a disparidade de conteúdos e metodologias na área de Educação Física que prejudicava inclusive o aluno, pois quando havia uma transferência de regiões, o aluno tinha dificuldade de acompanhar pelas diferenças de trabalho de um Estado ao outro.

Para quem foi pensada a BNCC? Para um indivíduo chamado “educação ou escola”? Ou para a orientação de professores ao atendimento das diferenças vivas e dinâmicas de seus alunos? A BNCC consegue orientar uma postura curricular que atenda à diversidade presente nas escolas? Para todas as respostas o documento da base pressupõe a existência de profissionais capacitados para compreenderem e implantarem práticas pedagógicas combativas ao preconceito simplesmente pela citação de termos como gênero, estigma, preconceito etc., dentro de frases como: “[...] desenvolver leitura crítica sobre fenômenos como intolerância, preconceitos, estereótipos e estigmas” (BRASIL, 2016, p.167).

Na estrutura sistêmica, a BNCC foi pensada como uma organizadora do direcionamento e critérios que devem ser pensados para a construção de políticas e práticas a ela decorrentes. Para o Ministério da Educação, a BNCC somente poderá interferir na qualidade da educação básica através de sua articulação com quatro políticas a ela decorrentes: *Política Nacional de Formação de Professores*, *Política Nacional de Materiais e Tecnologias Educacionais*, *Política Nacional de Avaliação da Educação Básica* e *Política Nacional de Infraestrutura Escolar*, a partir desse trabalho conjugado, acredita-se que haverá a garantia aos estudantes da educação básica do direito de aprender e de se desenvolver acolhidos em sua diversidade e em uma perspectiva inclusiva.

A proposta da BNCC sendo avaliada em uma perspectiva *sincrônica*, ou seja, em um recorte do tempo, ela representaria sob a ausência de certos critérios, um passo de evolução em termos de intervenções na educação básica, mas a partir de uma visão

diacrônica realmente não foi dado nenhum passo à frente, não se percebe a construção de um pilar de conscientização dentro do contexto escolar. Isso porque, em termos da abordagem de gênero mesmo que articulada na discussão sobre a *orientação sexual*, o próprio documento dos PCN já na década de 1990 trouxe elementos mais contextualizados ao cotidiano do trabalho docente do que a proposta da BNCC.

O texto da BNCC em sua 2ª. versão, simplesmente em discurso está de acordo com o que trata a Constituição 1988, a LDB (1996), os PCN e as diretrizes curriculares. No entanto, não se considera que o documento trate de maneira direta e subsidiada do que acontece dentro das escolas junto à naturalização do preconceito, na impregnação dos mais subjetivos meandros da relação professor-aluno, nas mensagens subentendidas de certos textos e abordagens comuns utilizadas pelos docentes, no mascaramento da discriminação pelo próprio professor ou professora e colegas de sala. Não há estímulos efetivos que levem ao repensar de práticas, utilizando-se de uma linguagem ao que os (as) docentes veem e constroem em seu dia a dia, na atuação pedagógica, a partir dessa realidade o texto da BNCC poderia desconstruir premissas e trabalharia no âmago da questão: garantir o “direito à educação” ou uma educação para todos.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo reforça o seu posicionamento no fato de que sob a perspectiva da equidade, da discussão de gênero e preconceito, a BNCC não representou adequações que pudessem trazer à baila essas questões de maneira efetiva no campo educacional, seja no direcionamento das políticas públicas ou no campo pedagógico, da atuação direta dos educadores e das educadoras nas escolas, mesmo com as alterações apresentadas pela 2ª. versão do documento. Há um conjunto de elementos que, como demonstrado pela crítica exposta neste texto, foi interpretado como progresso para diferentes profissionais, especialmente pela crença de que haja benefícios em um posicionamento curricular concebido como referência e unidade. O estudo reconhece a importância da discussão aberta, pública trazida pela proposta, ratifica o seu respeito ao trabalho desenvolvido pelos profissionais compositores da BNCC, mas a emergência de amparo, crítica e discussão ao contexto de discriminações na educação, não foi atendida.

Uma das possíveis limitações encontradas no desenvolvimento do estudo pode ser assim definida pela delimitação da amostra de participantes das entrevistas, isso porque não trabalhamos com a exclusiva escolha de profissionais de Educação Física que tivessem as questões de gênero e preconceito como categorias presentes em suas linhas de pesquisa e/ou atuação profissional. Essa conformação metodológica justifica-se não apenas pela restrita amostra de profissionais que segue essa abordagem, mas sobretudo, pelo fato de que o estudo abraça como prerrogativa o fato de que o embasamento para discutir as questões de gênero/preconceito, assim como quaisquer outros fatores envolvidos com a

discriminação (classe social, sexualidade, etnia, etc.) sejam noções básicas na formação de um educador, independentemente de sua área.

Não foi alvitrado pelo presente estudo discutir comparativamente as reflexões de homens e mulheres frente às categorias de gênero e preconceito analisadas na BNCC, portanto, apenas controlamos a variável científica em questão através do mesmo quantitativo de entrevistados na pesquisa de campo. O estudo reconhece a essencialidade de subsequentes estudos que deem prosseguimento e ampliação ao que neste momento foi levantado em questionamentos e aporte metodológico, sobretudo, com uma amostra maior que pudesse também ter como foco o comparativo da percepção de homens e mulheres à proposta da BNCC.

A massa crítica que se formou em torno da proposta da BNCC no período inicial de transposição de sua primeira a segunda versão, não deve ser diluída pelos trâmites legais ulteriores que se acredita que encaminharam à aplicação ou adequação curricular nas escolas. Ressalta-se que os/as educadores (e a sociedade de maneira geral) não podem conceber este documento como fechado, uma “encomenda pronta e lacrada para entrega nos portões das escolas”, havendo a necessidade de que esse passe por reformulações em seu conteúdo textual, oportunizando um repensar do que significa o “direito à educação” no âmbito da equidade, sem se bastar a falsas igualdades mascaradas pelo senso comum e discurso pronto. Como salienta Neira (2016) um documento que se pretenda mostrar caminhos aos professores nas escolas, deve ser, antes de tudo, tomado como um objeto de estudo ou o início a uma discussão mais ampla, estimulada por aqueles que realmente formam os sentidos e significados da educação na escola, seus professores e a comunidade local, os mesmos que vivenciam cotidianamente as demandas e singularidades de suas práticas sociais.

A pretensão deste texto foi justamente alertar, através da narrativa de vários profissionais envolvidos na chamada pública de discussão da BNCC, de que se demonstra como imperativo e intransponível, a expressão contundente da responsabilidade da educação no combate às discriminações sob seus diferentes referenciais: gênero, classe social, etnia/raça. *O próximo passo ainda não foi dado!*

REFERÊNCIAS

BEAUVOIR, S. **O Segundo sexo: fatos e mitos**. São Paulo, Difusão Europeia do Livro, 1970.

BRASIL. **Constituição Federal do Brasil**, 1988.

_____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, 1996.

_____. **Diretrizes Nacionais para a Educação em Direitos Humanos**. Resolução CNE nº 1/2012.

_____. **Base Nacional Comum Curricular**. 1ª. Versão. Ministério da Educação, setembro, 2015.

_____. **Base Nacional Comum Curricular**. 2ª. Versão. Ministério da Educação, abril, 2016.

CROCHÍK, J. L. **Preconceito, indivíduo e cultura**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2006.

FERREIRA FRANKLIN, R.; CAMARGO, A. C. A naturalização do preconceito na formação da identidade do afro-descendente. **EccoS Revista Científica**, v. 3, n. 01, pp. 75-92, 2001.

FIORELLI SILVA, I. L.; ALVES NETO, H. F.; VICENTE, D. V. A proposta da Base Nacional Comum Curricular e o debate entre 1988 e 2015. **Ciências Sociais Unisinos**, v.51, n.03, pp.330-342, setembro/dezembro 2015.

NEIRA, M. G.; SOUZA JR, M. A Educação Física na BNCC: procedimentos, concepções e efeitos. **Motrivivência**, Florianópolis, v. 28, n. 48, p. 188-206, setembro/2016.

OXLEY DA ROCHA, L. A. O. **Tratamento dado ao tema Educação Integral no documento inicial da Base Nacional Comum Curricular**. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/relatorios-analiticos>>. Acesso em: 07/03/2016.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social** - métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 2006.

SCOTT, J. W. "Gênero: uma categoria útil de análise histórica". **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 20, n.02, p. 71-99, jul./dez. 1995,

VIANNA, C. P.; UNBEHAUM, S. O gênero nas políticas públicas de educação no brasil: 1988-2002. **Cadernos de Pesquisa**, v. 34, n. 121, jan./abr. 2004.

VIANNA, C. P.; UNBEHAUM, S. Gênero na educação básica: quem se importa? Uma análise de documentos de políticas públicas no brasil. **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 27, n. 95, p. 407-428, maio/ago. 2006.

CAPÍTULO 3

COMPARAÇÃO DA TRANSMITÂNCIA DA RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL (RG) ENTRE ANOS SECO E CHUVOSO EM UMA FLORESTA DE MATA ATLÂNTICA

Data de aceite: 01/06/2022

Data de submissão: 08/04/2022

Vanessa Silva Lustosa

Universidade Federal do Amazonas – UFAM
Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente
– IEAA
Humaitá-Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/5811193931481499>

Carlos Alexandre Santos Querino

Universidade Federal do Amazonas – UFAM
Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente
– IEAA. Programa de Pós-graduação em
Ciências Ambientais – PPGCA
Humaitá-Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/1961496453115559>

Marcos Antônio Lima Moura

Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Instituto de Ciências Atmosférica - ICAT
Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/8590684899768285>

Péricles Vale Alves

Universidade Federal do Amazonas – UFAM
Programa de Pós-graduação em Ciências
Ambientais - PPGCAm
Humaitá-Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/5051531872859490>

Juliane Kayse Albuquerque da Silva Querino

Universidade Federal do Amazonas – UFAM
Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente
– IEAA. Programa de Pós-graduação em
Ciências Ambientais – PPGCA
Humaitá-Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/2063124025919871>

Adalcir Araújo Feitosa Júnior

Universidade Federal do Amazonas – UFAM
Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente
– IEAA. Programa de Pós-graduação em
Ciências Ambientais – PPGCA
Humaitá-Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/3792211655145953>

RESUMO: Apesar de extenso, o bioma Mata Atlântica encontra-se extremamente fragmentado, configurando-se como um dos 25 Hotspots de biodiversidade mundiais. A vegetação é um importante receptor e armazenador de radiação solar global (Rg), uma vez que os dosséis das árvores atuam como filtros. Este trabalho objetivou avaliar e comparar o comportamento da Radiação Solar Global (Rg) dentro e acima de uma floresta de Mata Atlântica sob diferentes regimes de precipitação, em função do índice de transmissividade (kt). As observações foram realizadas em um sítio experimental localizado dentro da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) – Lula Lobo I, no município de Coruripe, Alagoas. A área é Classificada como uma Floresta Ombrófila Aberta em transição para Floresta Estacional Semidecidual. As medições de Radiação solar global interna (Rg_Int), externa (Rg_Ext) e precipitação foram realizadas em uma torre micrometeorológica com altura de 26m (10°00'37"S; 36°17'60"W; alt.160m). A radiação solar no interior da floresta apresentou um incremento de 20,48% no ano mais seco, demonstrando, ser influenciada negativamente por maiores nebulosidades e regimes de precipitação. A transmissividade no interior da

floresta seguiu o mesmo padrão, mostrando-se semelhante à de outras florestas tropicais, com médias em torno de 3% durante todo o período estudado.

PALAVRAS-CHAVE: Índice de Transmissividade, Floresta Tropical, Sazonalidade.

COMPARISON OF THE INCOMING SOLAR RADIATION (RG) TRANSMITTANCE AMONG DRY AND WET YEARS IN A MATA ATLÂNTICA FOREST

ABSTRACT: Despite extended, the Mata Atlântica Biome is extremely fragmented, stands out as one of the 25 hotspots of the world biodiversity. The vegetation is one of the most important receptors and storage of Income Solar Radiation, since the canopy of the trees act as filter. The main aim of this articles was to evaluate and compare the patter of Incoming Solar Radiation into and above a Mata Atlântica Forest under different conditions of rainfall, in function of the transmissivity index (kt). The experiment was carried out in a site located in a Private Reservoir of the Natural Patrimony (RPPN) – Lula Lobo I, municipality of Coruripe, Alagoas. Classified as Open Ombrophile Forest in transition to Semi decidual Stational Forest. The measures of Internal Incoming Solar Radiation (Rg_Int), external Incoming Solar Radiation (Rg_Ext) and rainfall were carried out in a 26m micrometeorological tower (10°00'37"S; 36°17'60"W; alt.160m). The Incoming Solar Radiation into de forest has presented increment of 20,48% during the driest year, demonstrating be negatively influenced by highest cloudiness and rainfall regime. The transmissivity into the forest had the same pattern, presenting similarity to the other tropical forest, with averages around 3% during the entire study period.

KEYWORDS: Transmissivity Index; Tropical Forest; Seasonality.

1 | INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é considerada uma das mais antigas formações florestais brasileiras tal como a segunda maior floresta tropical do continente americano e é reconhecida como um dos biomas mais ricos do mundo. Apesar de extenso o bioma encontra-se extremamente fragmentado. Segundo o atlas da Mata Atlântica, elaborado por SOS Mata Atlântica & INPE (2019), grande parte destes fragmentos possui uma cobertura florestal que varia entre 2,5% e 34% de sua extensão original, compostos em sua maioria por áreas de preservação.

De acordo com Moura (2006), no estado de Alagoas até o início do século XX boa parte da região costeira era coberta por extensas florestas que penetravam bastante para o interior. Estas florestas, degradadas em sua maioria pela expansão dos canaviais, representam atualmente cerca de 7% de suas áreas originais (SOS Mata Atlântica & INPE, 2019). A alteração extrema da cobertura vegetal impacta diretamente o microclima destes locais uma vez que modifica o balanço energético superficial (HOLDER, 2004). A compreensão da quantidade de energia que incide sobre o dossel, Radiação Solar Global (Rg), e o seu interior é essencial para o estudo dos impactos oriundos de sua degradação, bem como auxiliar suas medidas de conservação.

Em ambientes florestais a Rg é fundamental no processo de fotossíntese,

aquecimento superficial e ar, além da evapotranspiração. A vegetação é um importante receptor e armazenador de radiação solar, uma vez que os dosséis das árvores atuam como filtros, atenuando-a por meio da reflexão, absorção e difração de seus elementos constituintes (MARQUES FILHO et al., 2005).

A radiação solar que penetra no do dossel da floresta é reduzida à medida que aumenta a densidade desse dossel. Em florestas tropicais, cerca de 80% da radiação solar incidente é interceptada pelas copas das árvores e menos de 5% chega ao piso da floresta (YOSHINO, 1975), com variações relacionadas a geometria e densidade foliar do dossel de algumas espécies, bem como diferentes regimes de precipitação e opacidade atmosférica.

O presente artigo teve como objetivo avaliar e comparar o comportamento da Radiação Solar Global (R_g) dentro e acima de uma floresta de Mata Atlântica sob diferentes regimes de precipitação, em função do Índice de Transmissividade (K_t).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

As observações foram realizadas em um sítio experimental: Mata Atlântica, localizado dentro da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) – Lula Lobo I, no município de Coruripe, Alagoas. Classificada como uma Floresta Ombrófila Aberta em transição para Floresta Estacional Semidecidual, com uma área de 68,6 ha (MACHADO et al., 2012). A medição dos dados experimentais de Radiação solar global interna (R_{g_Int}), externa (R_{g_Ext}) e precipitação foi realizada por meio de instrumentos instalados uma torre micrometeorológica com altura de 26m ($10^{\circ}00'37''S$; $36^{\circ}17'60''W$; alt.160m), no interior da floresta. Os piranômetros destinados a mensurar a radiação solar global (R_g) dentro (R_{g_Int}) e acima (R_{g_Ext}) da copa das árvores foram do modelo CM5 da Kipp & Zonen. A precipitação foi registrada através de um pluviômetro da Campbell Scientific, Reino Unido, instalado acima da copa das árvores (Figura 1).

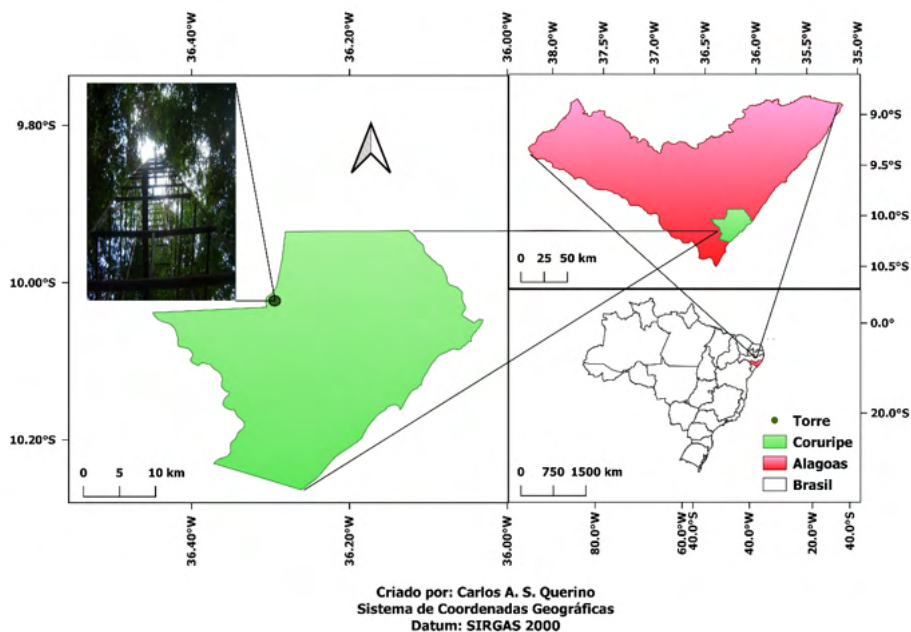


Figura 1 – Localização do estado de Alagoas, do município de Coruripe e da Torre micrometeorológica utilizada para realizar medidas de variáveis meteorológicas no interior de um fragmento de Mata Atlântica em Coruripe-AL.

2.2 Climatologia da região

De acordo com a classificação de Köppen, a região de Coruripe possui clima do tipo As' , ou seja, tropical e quente com chuvas de outono/inverno. Algumas de suas principais características climáticas são as irregularidades da precipitação pluviométrica e a baixa variação sazonal da radiação solar e do fotoperíodo. A normal climatológica local, segundo Santos (2020), é de 1258,55mm, a qual apresenta o período chuvoso compreendido entre os meses de abril e julho, enquanto o seco entre outubro e janeiro (Figura 2), com temperatura média anual de 24,4 °C.

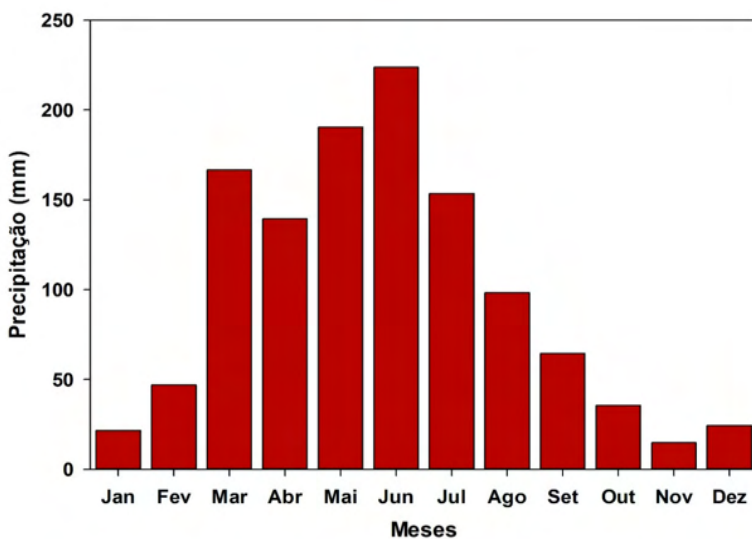


Figura 2 – Normal climatológica, entre os anos de 1937 a 2013, para o município de Coruripe – AL.

2.3 Tratamento dos dados

Foi utilizado um software adequado para montagem do banco de dados, cálculos de médias horárias-diárias, diferenças em porcentagem, etc. No tratamento dos dados foram descartados valores que ultrapassaram o horário de brilho solar, sendo utilizados somente aqueles compreendidos entre as 6 e 17 horas (horário local).

Posteriormente foram calculadas médias horárias-diárias dos valores selecionados de radiação solar global externa (Rg_{ext}) e interna (Rg_{int}), bem como o índice de transmissividade (K_t) no interior da floresta, obtido através razão entre a Rg_{int} e Rg_{ext} (Equação 1).

$$K_t = \frac{Rg_{int}}{Rg_{ext}} \quad (1)$$

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação (Figura 3) apresentou uma variação significativa no período estudado, com acumulados anuais de 1669,2mm e 1014,2mm para 2011 e 2012, respectivamente, os quais representaram 32,62% maior e 19,41% que o esperado para a região. O ano de 2011 apresentou um acumulado anual de precipitação 39,24% maior do que o ano de 2012. De acordo com Leivas et al. (2014) o ano de 2011 foi um período de transição do fenômeno La Niña, responsável pelo aumento das chuvas no sertão nordestino, para o evento El Niño, responsável pela intensificação da seca na região, explicando a grande estiagem ocorrida no ano de 2012. Outro fator que influenciou a precipitação nesses anos foi a diferença

entre a temperatura da água do Oceano Atlântico Sul e Norte, que apresentou um estado anormalmente frio no ano de 2012, acarretando uma diminuição ainda maior na umidade atmosférica sobre a região nordeste.

Os períodos chuvosos apresentaram precipitações acumuladas de 1241,7mm (2011) e 719,6mm (2012), ou seja, cerca de 42,04% maior no ano de 2011. Os períodos secos apresentaram precipitações acumuladas de 289,4mm e 82,6mm para os anos de 2011 e 2012 respectivamente, demonstrando uma queda de 71,45% na precipitação para o ano de 2012.

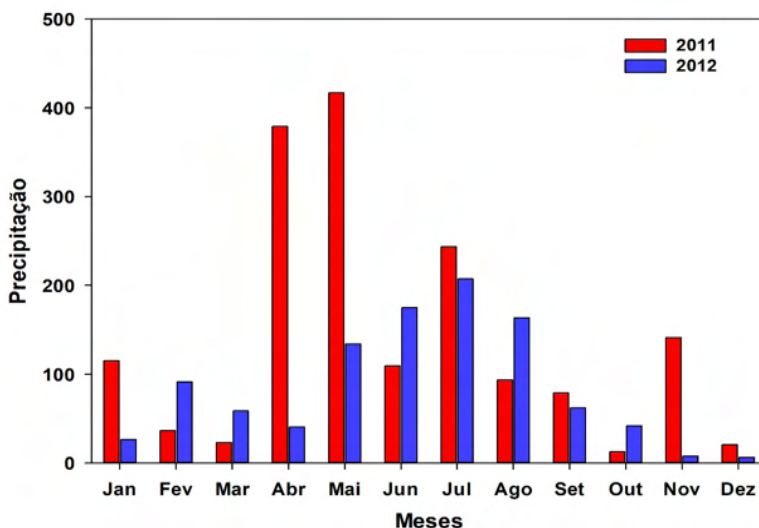


Figura 3 – Acumulado mensal da precipitação nos anos de 2011 e 2012 na área experimental.

A radiação solar externa (Figura 4) apresentou baixa variação no período estudado, com médias anuais na ordem de $455,58 \text{ W m}^{-2}$ e $490,71 \text{ W m}^{-2}$ para 2011 e 2012 respectivamente. O ano de 2012 apresentou cerca de 7,53% a mais R_{g_ext} do que 2011. Esta variação deve-se primariamente a diferenças na turbidez atmosférica e cobertura de nuvens entre os dois anos, uma vez que períodos com nebulosidades mais intensas tendem a refletir ou difratar maiores quantidades de R_g , o que propicia o espalhamento da radiação solar pela atmosfera, consequentemente reduzindo a radiação que incide diretamente acima e sob o dossel florestal (ARYA, 2001).

Em ambos os anos, os máximos médios horários da R_{g_ext} foram atingidos no intervalo entre as 10 e 14 horas, com valores de $745,22 \text{ W m}^{-2}$ e $819,65 \text{ W m}^{-2}$ registrados ao meio dia. Esses máximos ocorreram majoritariamente entre os meses de outubro e dezembro, perdurando por boa parte de janeiro dos anos posteriores. Tais variações são comumente atribuídas a fatores astronômicos como os ciclos sazonais e diários da

declinação solar e do ângulo zenital do sol. O movimento de rotação terrestre modifica o caminho ótico percorrido pelos raios solares em escala diária, enquanto a escala sazonal é ocasionada pela inclinação do eixo da Terra em sua revolução ao redor do Sol, tais fatores intensificam a atenuação da radiação solar pela atmosfera em maiores ângulos zenitais e de declinação solar (IQBAL, 1983). Valores de radiação solar global semelhantes foram observados por Querino et al. (2011) em uma área próxima ao estudo em tela, onde foram registrados picos médios horários de 900 W m^{-2} no mesmo intervalo de tempo e nas mesmas estações.

A radiação solar interna (Figura 4) apresentou uma variação relativamente maior quando comparada a Rg_{ext} , com médias anuais de $12,51 \text{ W m}^{-2}$ e $15,73 \text{ W m}^{-2}$ para 2011 e 2012 respectivamente. Demonstrando um incremento de aproximadamente $3,22 \text{ W m}^{-2}$ na Rg_{int} registrada em 2012.

Em ambos os anos, os máximos médios horários da Rg_{int} foram atingidos no intervalo entre as 9 e 12 horas, com valores de $23,02 \text{ W m}^{-2}$ e $37,13 \text{ W m}^{-2}$ registrados às dez horas. Quando comparados a Rg_{ext} os máximos horários da Rg_{int} possuem uma defasagem de duas horas. Essa diferença deve-se, provavelmente, as características de relevo ou da configuração do dossel florestal (SHUTTLEWORTH et al., 1984), uma vez que diferentes ângulos de incidência solar podem provocar modificações fenotípicas nas árvores durante seu crescimento (PATIÑO-VALERA & KAGEYAMA, 1988; TONINI et al., 2019), propiciando uma maior penetração da radiação solar em horários próximos aos picos diários de radiação. Os mínimos médios horários da Rg_{int} foram atingidos no início da manhã e após as 15 horas em ambos os anos, ocorrendo com maior intensidade nos meses que configuram o período chuvoso da região. Este comportamento deve-se provavelmente as altas frequências de precipitação registradas nesses horários bem como a maiores atenuações por parte da estrutura do dossel florestal.

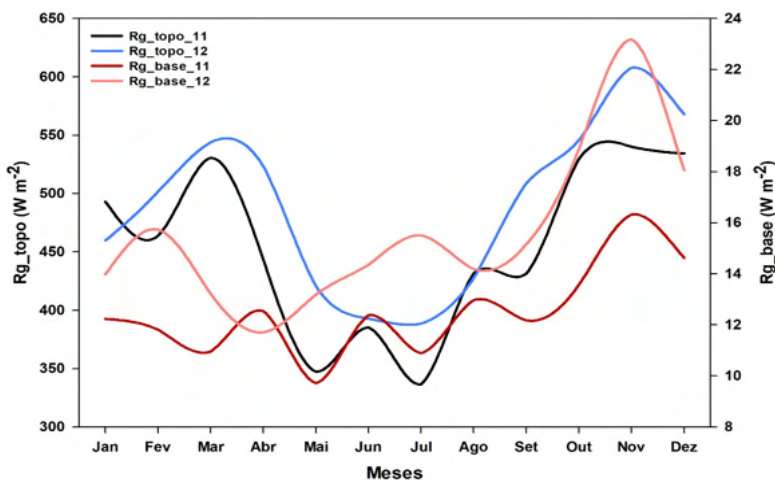


Figura 4 – Médias horárias-diárias da radiação solar externa (a) e interna (b), em $W \cdot m^{-2}$, nos anos de 2011 e 2012.

O índice de transmissividade (K_t) no interior da floresta (Figura 5) demonstrou uma variação relativamente baixa durante o período estudado, com médias anuais de 2,89% e 3,16% para 2011 e 2012 respectivamente. Estes valores representam uma atenuação média anual de aproximadamente 97% da Rg_{ext} . Estudos conduzidos por Shuttleworth et al. (1984) e Januário et al. (1992) na região amazônica, encontraram transmissões de radiação solar igualmente baixas, sendo verificadas transmissividades entre 1,2% e 4,7%.

Em ambos os anos, os máximos médios horários da K_t foram atingidos no intervalo entre as 9 e 12 horas, com transmissividades de 3,27% e 5,08% registradas às dez horas. Assim como na Rg_{int} , os máximos da K_t possuem uma defasagem de duas horas em relação aos máximos da Rg_{ext} . Também foram registrados valores anormalmente altos de K_t em períodos no início da manhã e fim da tarde. Esses valores provavelmente estão relacionados ao posicionamento dos instrumentos em relação ao dossel florestal, uma vez que se apresentam em horários com as menores médias de Rg_{ext} e Rg_{int} .

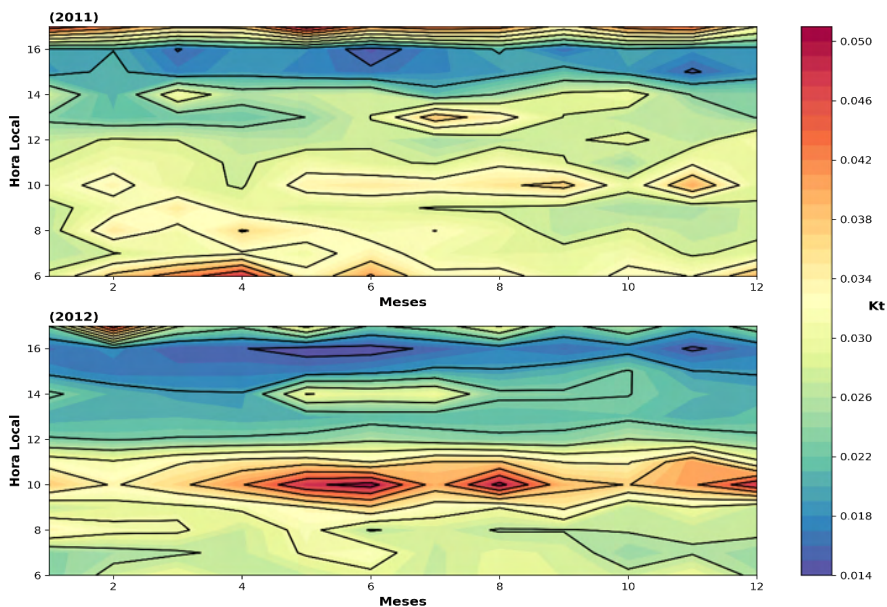


Figura 5 – Índice de Transmissividade no interior das florestas (Kt) entre as médias horárias-diárias da Rg_{int} e Rg_{ext} nos anos de 2011 e 2012.

4 | CONCLUSÃO

A radiação solar no interior da floresta apresentou um incremento de 20,48% no ano mais seco (2012), demonstrando, assim como a radiação solar externa, ser influenciada positivamente por menores regimes de precipitação e nebulosidade. A transmissividade no interior da floresta apresentou valores médios semelhantes aos de outras florestas tropicais, demonstrando um incremento de 9,11% no ano mais seco.

REFERÊNCIAS

ARYA, P. **Introduction to Micrometeorology**. New York: Academic press, 420p., 2001.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INPE (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS). **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica e ecossistemas associados no período de 2017–2018**. Fundação SOS Mata Atlântica e INPE, São Paulo. 2019.

HOLDER, C. D. **Rainfall interception and fog precipitation in a tropical montane cloud forest of Guatemala**. *Forest Ecology and Management*, v. 190, n. 2-3, p. 373–384, 2004.

IQBAL, M. **An introduction to solar radiation**. New York: Academic Press, 389 p., 1983.

JANUÁRIO, M.; VISWANADHAM, Y.; SENNA, R. C. **Radiação solar total dentro e fora da floresta tropical úmida de terra firme (Tucuruí, Pará)**. *Acta Amazônica*, v. 22, p. 335-340, 1992.

LEIVAS, J.F.; ANDRADE, R.G.; VICTORIA, D.C.; TORRESAN, F.E.; BOLFE, E.L. **Monitoramento da seca 2011/2012 no nordeste brasileiro a partir do satélite SPOT-Vegetation e TRMM**. Revista Engenharia na Agricultura - REVENG, v.22, n.3, p. 211-221, 2014.

MACHADO, M.A.B.L.; CHAVES, L. F. C.; NETO, J.L.R.; LEMOS, R.P.L. **Florística do estrato arbóreo de fragmentos da Mata Atlântica do nordeste oriental, município de Coruripe, Alagoas, Brasil**. Revista Ouricuri, Paulo Afonso, v. 2, n. 2, p. 55-72, 2012.

MARQUES FILHO, A.O, DALLAROSA, R.G, PACHÊCO V.B. **Radiação solar e distribuição vertical de área foliar em floresta – reserva biológica do Cuieiras – ZF2**, Manaus. Acta Amazônica, v.35, p.427 – 436, 2005.

MOURA, F.B.P. **A Mata Atlântica em Alagoas**. Maceió, EDUFAL, 88p., 2006.

PATIÑO-VALERA, F.; KAGEYAMA, P. Y. **Interação genótipo x espaçamento em progêneses de Eucalyptus saligna Smith**. IPEF, Piracicaba, n. 39, p. 5-16, 1988.

QUERINO C.A.S; MOURA, M.A.L; QUERINO, JULIANE. K. A. S; RADOW C.V; MARQUES FILHO, A. O. **Estudo da radiação solar global e do índice de transmissividade (kt), externo e interno, em uma floresta de mangue em alagoas**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.26, n.2, p. 204 - 294, 2011.

SANTOS, M.F. **Impactos da substituição da Mata Atlântica por canavial no Balanço de Ondas Longas e sua variabilidade sazonal no litoral alagoano**. 2020. 72p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Meteorologia) – Instituto de Ciências Atmosféricas (ICAT) – UFAL.

SHUTTLEWORTH, W. J.; GASH, J. H. C.; LLOYD, C. R.; MOORE, C. J.; ROBERTS, J.; MARQUES, A. O.; FISCH, G.; SILVA, V. P.; RIBEIRO, M. N. G.; MOLION, L. C. B.; SÁ, L. D. A.; NOBRE, C. A.; CABRAL, O. M. R.; PATEL, S. R.; MORAES, J. C. **Observations of radiation exchange above and below Amazonian forest**. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, n. 110, v. 466, p. 1163-1169, 1984.

TONINI, H.; MORALES, M. M.; SILVA, V. P.; LULU, J.; FARIAS NETO, A. L. **Efeito do sistema de plantio e da exposição solar sobre a alocação da biomassa no desenvolvimento inicial do eucalipto**. Ciência Florestal, v. 29, n. 1, p. 86-95, 2019.

YOSHINO, M. M. **Climate in a small area: an introduction to local meteorology**. Tokio: University of Tokio Press, 549 p., 1975.

ANÁLISE DE NDVI PARA EVENTO DE QUEIMADA NO PARQUE ESTADUAL DO XINGU, MATO GROSSO- BRASIL

Data de aceite: 01/06/2022

Maria Joselina Gomes Ribeiro

Discente de graduação na Universidade
Federal Rural da Amazônia

Marina Costa de Sousa

Discente de graduação na Universidade
Federal Rural da Amazônia

Jonathas Franco de Sousa

Discente de graduação na Universidade
Federal Rural da Amazônia

Albertino Monteiro Neto

Discente de graduação na Universidade
Federal Rural da Amazônia

Stanley William Costa Dias

Discente de graduação na Universidade
Federal Rural da Amazônia

Marcela Brito Rodrigues

Discente de graduação na Universidade
Federal Rural da Amazônia

Matheus dos Santos Viana

Discente de graduação na Universidade
Federal Rural da Amazônia

Ana Paula Souza Santos

Discente de graduação na Universidade
Federal Rural da Amazônia

Adriano Marlisom Leão de Sousa

Prof. Dr. na Universidade Federal Rural da
Amazônia

RESUMO: As queimadas causam danos irreparáveis aos ecossistemas naturais, promovendo perdas na biodiversidade, além de possuir uma forte influência na modificação dos atributos físicos, químicos e biológicos. Portanto, o objetivo do estudo foi analisar eventos de queima através do índice NDVI, observando os efeitos antes, durante e após aos incêndios descritos no Parque Estadual do Xingu, no Mato Grosso. Os resultados demonstraram que o NDVI apresentou menores valores nas áreas que estão associadas a vegetação seca, pouca biomassa superficial ou completa ausência de vegetação e maiores valores nas áreas com vegetação densa. A análise dos resultados deste estudo reforça a hipótese de que o evento de queimada modifica as respostas espectrais da superfície.

PALAVRAS-CHAVE: Queimadas; Índice NDVI; Vegetação densa.

A ANALYSIS OF BURNING EVENT WITH INDEX NDVI AT XINGU STATE PARK, MATO GROSSO- BRAZIL

ABSTRACT: Forest fires cause irreparable damage to natural ecosystems, besides having a strong influence on the modification of physical, chemical and biological attributes. Therefore, the aim of the study was to analyze burning events through the NDVI index, observing the effects before, during and after fires described in the Xingu State Park in Mato Grosso. The results showed that NDVI presented lower values in areas that are associated with dry vegetation, little surface biomass or complete absence of vegetation and higher values in areas with dense

vegetation. The analysis of the results of this study reinforces the hypothesis that the burning event modifies the spectral responses of the surface.

KEYWORDS: Forest fires; NDVI Index; Dense vegetation.

INTRODUÇÃO / INTRODUCTION

O fogo é um fator importante, com milhões de anos de história na formação de ecossistemas e seleção de espécies em diferentes ambientes ao redor do mundo. Alguns termos são usados para definir diferentes tipos de queimadas, por exemplo: a) incêndio (florestal), quando o fogo natural ou antrópico queima a vegetação de forma descontrolada; b) queima controlada, é a queima antrópica em uma determinada área e em uma época para atingir o objetivo específico; c) queimada prescrita, é uma combustão controlada cujo objetivo, método e tecnologia são definidos pelos gestores ambientais para o manejo da área protegida (Schmidt et al., 2016). De acordo com (FEARNSIDE, 2005; COE et al., 2013;), as estações secas se tornarão cada vez mais frequentes e prolongadas, o que já está acontecendo, resultando na diminuição da umidade e no processo de propagação do fogo, tanto em terras preservadas como nas áreas ocupadas pela agropecuária, pontua-se também, que o impacto do desmatamento corrobora para a perda de biodiversidade, a redução do ciclo da água (e da precipitação) e contribui para o aquecimento global.

O impacto dos incêndios no meio ambiente é preocupante porque envolve o empobrecimento do solo, queima de biomassa, enfraquecimento dos ecossistemas, produção de gases nocivos à saúde humana, redução da visibilidade atmosférica, aumento dos acidentes e a redução do albedo da superfície, que acarreta em uma mudança no equilíbrio das ondas curtas, devido ao aumento da absorção da radiação incidente, o que gera um maior aquecimento e conseqüente elevação da temperatura de superfície (Miranda et al., 2018; LOTUFO et al., 2020) no Brasil, a queima de biomassa vegetal está fortemente relacionada às atividades de desmatamento, no qual a princípio ocorre a remoção da vegetação de grande porte e logo após, ocorre a queima de tudo que está no solo, o que dar lugar ao cultivo agrícola e pecuária extensiva (LOTUFO et al., 2020). É importante observar que o estado de Mato Grosso é a única unidade federal do país onde ocorrem os biomas Pantanal, Cerrado e Amazonas, sendo também um dos estados brasileiros com maior número de queimadas, a maioria delas ocorrendo durante a estação seca. (MIRANDA et al., 2018). No entanto, em ambientes sensíveis, como florestas tropicais úmidas, os incêndios podem ter um impacto negativo na diversidade e até aumentar a sensibilidade da queima da vegetação, afetando seriamente o funcionamento desses sistemas e a biodiversidade (TORRES et al., 2019).

O sensoriamento remoto tem sido amplamente utilizado em muitos países para detectar a frequência e distribuição espacial de incêndios florestais em grande escala. Imagens orbitais geradas a partir de plataformas orbitais podem fornecer observações

abrangentes e multitemporais de uma ampla área na superfície da Terra (YUAN et al., 2017; SILVA et al., 2019). Nesse caso, a detecção de incêndios por meio de imagens de satélite é o método mais adequado para quantificar os efeitos associados ao fogo, principalmente em larga escala (MIRANDA et al., 2018). Índices espectrais como o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI – Normalized Difference Vegetation Index), não são apenas simples, seguros, mas também são capazes de uma rápida resposta, sendo indicadores sensíveis da quantidade e qualidade da vegetação (BA et al., 2019). O rápido desenvolvimento da tecnologia de sensoriamento remoto por satélite oferece uma excelente oportunidade de aproveitar ao máximo as vantagens dos satélites para estudar as áreas de queima (BA et al., 2019).

OBJETIVOS DO TRABALHO / OBJECTIVES

O objetivo deste estudo é analisar o índice NDVI para evento de queima no parque estadual do Xingu - Mato Grosso, observando o efeito antes, durante e após a queima, apresentando dados coletados do INPE a respeito do número de focos no ano de 2020, durante o intervalo de agosto a outubro. Assim corroborando na verificação e correlação entre as variáveis, utilizando dados do satélite Landsat 8.

MATERIAIS E MÉTODOS / MATERIALS AND METHODS

Área de Estudo

O Parque Estadual do Xingu localiza-se na região nordeste do Estado do Mato Grosso, na parte Sul da Amazônia Brasileira, no município de Santa Cruz do Xingu (figura 1). O Parque está localizado ao sul TI Menkragnoti, divididos pelo Rio Xingu que faz fronteira com as duas áreas protegidas, seu limite ao norte é definido pela fronteira do estado do Mato Grosso com o Pará (ISA, 2021).

Abrange o bioma amazônico, com Savana-Formações é a fitofisionomia predominante representando 81,87% do território, em segundo lugar Contato Savana-Floresta Ombrófila, que representa aproximadamente 18% do território do Parque (ISA, 2021).

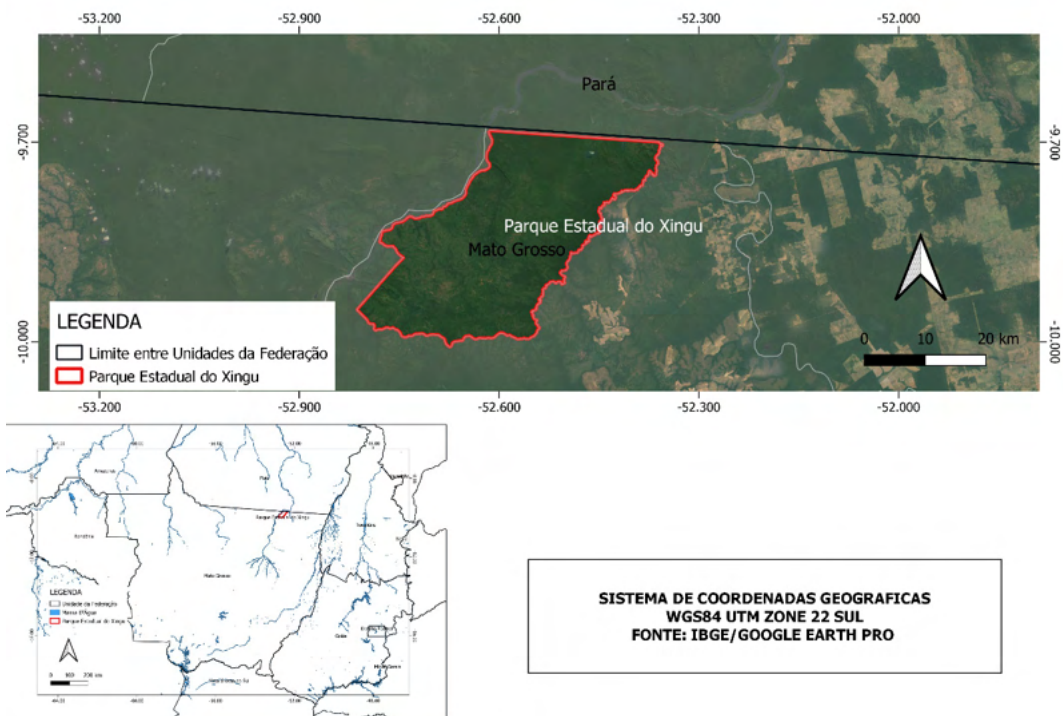


Figura 1: Localização do Parque Estadual do Xingu, Mato Grosso-Brasil.

Fonte: Autores, 2021.

Aquisição e Tratamento dos dados

A fim de analisar o NDVI do evento de queimada foram utilizadas imagens de satélite LandSat 8 (LANDSAT/LC08/C01/T1_TOA), no período de 2020, para os meses de Agosto, Setembro e Outubro. A coleção foi disponibilizada na plataforma do Google Earth Engine (GEE). A escolha das imagens foi por estarem em períodos pré, durante, e pós à ocorrência de queimadas (CPTEC/INPE, 2020), bem como devido à ausência de nuvens nas imagens de satélite.

O processamento na plataforma Google Earth Engine possibilitou a elaboração do código para obtenção das imagens com filtro de nuvem e aquisição das bandas necessárias para o cálculo de NDVI. Para obtenção dos valores de NDVI utilizou-se a equação 1. Inicialmente, selecionou-se as bandas do Vermelho (RED) e Infravermelho Próximo (NIR), posteriormente aplicou-se a equação

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \quad (1)$$

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI – Normalized Difference Vegetation Index), possibilita estimar a atividade fotossintética da vegetação por meio do comprimento de onda da região do vermelho e infravermelho próximo (Eq. 1). Seus valores

variam de -1 a 1, em os valores próximos a 0 representam uma superfície não vegetada ou com baixo vigor vegetativo, enquanto que os valores próximos a 1 indicam um maior vigor vegetativo (zero) (FERNANDES ET AL., 2016; LOTUFO et al., 2020).

ÓRBITA/PONTO	DATA DA CENA	QUEIMADA
227/65	13/08/2020	Pré-queimada
227/65	14/09/2020	Queimada
227/65	16/10/2020	Pós-queimada

Quadro 1 – Imagens do satélite Landsat 8 do período anterior (agosto), durante (setembro) e posterior (outubro) ao aglomerado de focos de calor para o Parque Estadual do Xingu, Mato Grosso, em 2020.

Fonte: Autores, 2021.

Os resultados obtidos são mostrados em forma de mapas. Para a obtenção dos valores de NDVI da área em cada mês utilizou os intervalos de avaliação. Os raster (dados matriciais) com as bandas foram gerados (NDVI) na plataforma GEE e foram posteriormente exportados para o Software QGIS v. 3.6.2(QGIS TEAM, 2021) para fins de elaboração do layout.

RESULTADOS E DISCUSSÃO / RESULTS AND DISCUSSION

Análise Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

Os valores de NDVI, mais próximos de 1, representam vegetações mais densas, enquanto valores iguais a -1 ou próximos, denotam superfícies sem cobertura vegetal ou muito escassas de vegetação (BEZERRA, et al, 2018). Os maiores valores de NDVI se relacionam com áreas de vegetação com maior vigor, diferentemente de áreas com baixos valores de Números Digitais, que representam áreas de vegetação estressada, com menor densidade ou desnudas (BORATTO; GOMIDE, 2013).

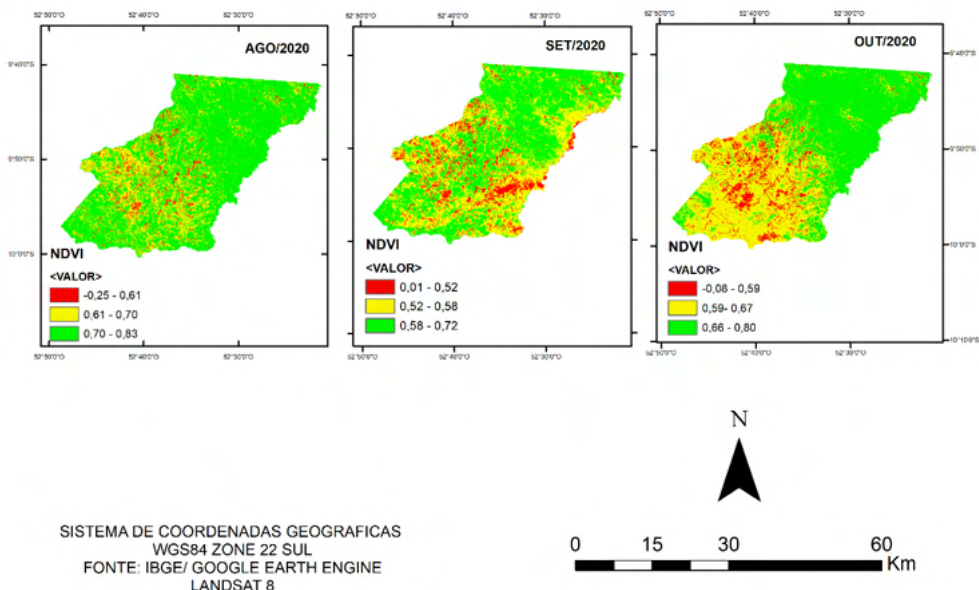


Figura 2 - Distribuição espacial do NDVI no parque estadual do Xingu - Mato Grosso.

Fonte: Autores, 2021.

No parque estadual do Xingu, os valores de NDVI (Figura 2) encontrados variaram de -0,25 a 0,70 para o mês de agosto, 0,01 a 0,052 para o mês de setembro e -0,08 a 0,59 para o mês de outubro. Nas imagens do NDVI pré-queimada, durante a queimada e pós-queimada (Figuras 2) ocorreram valores menores que estão relacionados a presença de vegetação seca, justamente porque o índice citado acima está fortemente relacionado à biomassa superficial, ocorreram também valores negativos (cor vermelha), os quais, correspondem a cursos d'água (PAVÃO et al., 2016; LOTUFO et al., 2020).

Os maiores índices de NDVI no pré-queima, estão relacionados à presença de vegetação densa (cor verde claro). De acordo com (GURGEL et al., 2003) o mês de setembro (durante a queima), destaca-se dos demais por apresentar os menores valores de NDVI, vale ressaltar que esse período está relacionado a época de diminuição de chuvas na região, o que se pode concluir que houve um aumento nas queimadas no local, porém ao analisar o índice após a queima nota-se um aumento no NDVI para as áreas de vegetação densa, ou seja, ocorrendo uma diminuição no número de queimadas em relação ao mês anterior.

Neris et al. (2020), durante um estudo sobre a distribuição dos focos de calor na sub bacia do Rio Grande no estado baiano, no período de 5 anos, chegaram à conclusão que as alterações meteorológicas provocam influências no crescimento do número de focos de calor, além da modificação do espaço dos territórios, assim como o aumento de

atividades agrárias, ou seja, a intensificação de queimadas está relacionada diretamente com as ações do homem no espaço. De acordo com o (INPE, 2020) houve um aumento de 123,8 no ano de 2020 em comparação ao ano de 2019, de acordo com a média anual do número de focos de queimadas, com o maior número de queimadas no mês de setembro (Quadro 2).

Meses	Nº de focos
Agosto	10.430
Setembro	20.312
Outubro	5.259

Quadro 2 – Distribuição dos focos de queimadas por meses no estado do Mato Grosso.

Fonte: CPTEC/INPE (2020)

De acordo com os estudos de (LERIS et al., 2020) verificou-se que os altos índices de focos de calor estavam ligados a períodos de estiagem prolongada, e que os municípios mais atingidos por esses focos apresentam altos índices de desmatamentos por área.

CONCLUSÃO / CONCLUSION

O Google Earth Engine viabilizou a aquisição e processamento das bandas das imagens LandSat, gerando resultados de NDVI, por meio de mapas. Os resultados apresentaram variações de NDVI durante os meses analisados, de acordo com o evento de queimada no Parque Estadual do Xingu. Com o uso do índice NDVI, foi possível demonstrar as modificações da superfície pré e após a ocorrência da queimada no Parque Estadual do Xingu. A análise dos resultados deste estudo reforça a hipótese de que o evento de queimada modifica as respostas espectrais da superfície.

Análises como essa, são necessárias para uma série de aplicações, incluindo quantificadas tendências e padrões de ocorrência de queimadas passadas e executar projeções futuras, bem como verificar os impactos dos incêndios florestais de fonte natural ou antrópica. Em maior parte, essas aplicações necessitam de uma série de dados, coletados por longos períodos para indicarem se as mudanças nesses eventos e nos impactos do fogo estão ligadas ao uso e ocupação do solo, políticas públicas, mudanças no clima ou na gestão dos recursos naturais.

APOIO / ACKNOWLEDGMENT

Universidade Federal Rural da Amazônia e Laboratório de Modelagem HidroClimático da Amazônia (LABHCAM).

REFERÊNCIAS / REFERENCES

BA, Rui et al. Integration of multiple spectral indices and a neural network for burned area mapping based on MODIS data. *Remote Sensing*, v. 11, n. 3, p. 326, 2019.

BARBOSA, Reinaldo Imbrozio et al. Forest fires in Roraima, Brazilian Amazonia. Volume 28, Pags. 51-56, 2003.

BEZERRA, Paulo Eduardo Silva; DE MORAES, Eiky Tatsuya Ishikawa; DA COSTA SOARES, Ismael Ramalho. Análise da Temperatura de Superfície e do Índice de Vegetação no Município de Belém na Identificação das Ilhas de Calor. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 70, n. 3, p. 803-818, 2018.

BRASIL, Unidades de Conservação do (org.). Parque Estadual do Xingu. 2021. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/pt-br/arp/3458>. Acesso em: 17 fev. 2021.

COE, Michael T. et al. O desmatamento e os feedbacks climáticos ameaçam a integridade ecológica da Amazônia Sul-Sudeste. *Transações Filosóficas da Sociedade Real B: Ciências Biológicas*, v. 368, n. 1619, p. 20120155, 2013.

DA SILVA, Fabrício Sousa. Sensoriamento remoto para detecção de queimadas no Cerrado Maranhense: uma aplicação no Parque Estadual do Mirador. *Revista Geografica Academica*, v. 13, n. 2, p. 90-105, 2020.

DA SILVA LOTUFO, Juliana Barbosa et al. Índices Espectrais e Temperatura de Superfície em Áreas Queimadas no Parque Estadual do Araguaia em Mato Grosso. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 02, p. 648-663, 2020.

DA SILVA MIRANDA, Miriam Raquel et al. Distribuição de queimadas e mudanças na cobertura vegetal e uso da terra no bioma Pantanal, Cáceres-Brasil. *Caminhos de Geografia*, v. 19, n. 65, p. 91-108, 2018.

DE BORATTO, I. M.; GOMIDE, Reinaldo Lúcio. Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais. In: Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. Anais... São José dos Campos: INPE, 2013. p. 7345-7352., 2013.

FEARNSIDE, Philip M. Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates, and consequences. *Conservation biology*, v. 19, n. 3, p. 680-688, 2005.

FERNANDES, Ana Clara Gonçalves et al. Utilização de intervalos de índices de vegetação e temperatura da superfície para detecção de queimadas. *Caderno de Ciências Agrárias*, v. 8, n. 2, p. 30-40, 2016.

GURGEL, Helen da C.; FERREIRA, Nelson J.; LUIZ, Alfredo JB. Estudo da variabilidade do NDVI sobre o Brasil, utilizando-se a análise de agrupamentos. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental*, v. 7, n. 1, p. 85-90, 2003.

ISA – INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. Unidades de Conservação no Brasil: Parque Estadual do Xingu. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://uc.socioambiental.org/pt-br/arp/3458> Acesso em: 10 de Fev. de 2021.

NERIS, João Paulo Ferreira et al. USO DE GEOTECNOLOGIAS NA ANÁLISE ESPACIAL DOS FOCOS DE CALOR NO MUNICÍPIO DE SÃO FÉLIX DO XINGU, PARÁ. *Geografia: Publicações Avulsas*, v. 2, n. 1, p. 395-419, 2020.

PAVÃO, Vagner Marques et al. Variação espacial e temporal do saldo de radiação superficial em uma área do sul do Amazonas, Brasil. *Raega-O Espaço Geográfico em Análise*, v. 37, p. 333-352, 2016.

PINHEIRO, P. S.; BORGES, E. F. quantificação e análise da distribuição espacial dos focos de calor na Sub-Bacia do Rio Grande-BA. *Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto-GEONORDESTE*, 2014.

SCHMIDT, Isabel Belloni et al. Experiências internacionais de manejo integrado do fogo em áreas protegidas—recomendações para implementação de manejo integrado de fogo no Cerrado. *Biodiversidade Brasileira-BioBrasil*, n. 2, p. 41-54, 2016.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira; SILVA JÚNIOR, Milton Ribas da; LIMA, Gumercindo Souza. Influência dos Elementos Meteorológicos Sobre o Comportamento do Fogo. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 34, n. 1, p. 33-41, 2019.

YUAN, Chi; LIU, Zhixiang; ZHANG, Youmin. Aerial images-based forest fire detection for firefighting using optical remote sensing techniques and unmanned aerial vehicles. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, v. 88, n. 2, p. 635-654, 2017.

“SE TIVER CÁLCULOS EU ESTOU FORA?”: A MATEMÁTICA E OS REFLEXOS PARA A ESCOLHA DA PROFISSÃO

Data de aceite: 01/06/2022

João Gabriel Guirra da Silva

Américo Junior Nunes da Silva

RESUMO: Concluir o Ensino Médio (EM) e pensar o que fazer após isso, no que tange às escolhas profissionais, é uma reflexão que quase todos nós fazemos em algum momento da vida. Este texto, em busca de ampliar o olhar acerca dessa questão, buscou analisar as concepções que alunos concluintes do EM de uma escola pública pertencente ao Território de Identidade Piemonte Norte do Itapicuru apresentam sobre a Matemática e, também, observar se essas concepções exercem alguma influência sob as suas escolhas profissionais. Trata-se, portanto, de uma pesquisa qualitativa, do tipo estudo de caso, que teve como principal instrumento de produção de dados o questionário estruturado (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Para análise dos dados produzidos lançou-se mão da perspectiva qualitativa, com base no que orienta Gil (2008). Percebemos ao longo da pesquisa, que a componente curricular Matemática, durante a Educação Básica, pode reverberar na construção de uma relação negativa com essa ciência e suas subáreas.

PALAVRAS-CHAVE: Matemática. Graduação. Profissão.

“IF THERE IS CALCULUS, AM I OUT?”: THE MATHEMATICS AND THE IMPLICATIONS FOR THE CHOOSING OF THE PROFESSION

ABSTRACT: Completing High School (EM) and thinking about what to do after that, with regard to professional choices, is a reflection that we all do at some point in life. This text, seeking to expand this question, analyzes the conceptions of high school graduates of a public school from the Territory of Identity Piemonte Norte do Itapicuru about math and also, observe if those conceptions influence their professional choices. It is, therefore, a qualitative research and a case study, which had the structured questionnaire as data production instrument (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). For data analysis, a qualitative perspective is used, based on what Gil (2008) guides. We realized, throughout the research, that the Mathematics curricular component, during Basic Education, can reverberate in the construction of a negative relationship with this science and its subareas.

KEYWORDS: Mathematics. Graduation. Profession.

1 | INTRODUÇÃO

Durante o processo de desenvolvimento humano, é comum ouvirmos as pessoas mais velhas nos perguntar: “O que deseja ser quando crescer? Qual profissão quer exercer? Qual graduação quer cursar?”. Crescemos ouvindo essas perguntas e admirando as diversas áreas do conhecimento existentes e refletindo sobre

as profissões que queremos vivenciar quando adultos. Logo, quando concluímos o Ensino Fundamental e chegamos ao Ensino Médio, temos que decidir de fato o que fazer. Este é um momento confuso e cheio de ansiedade, por isso é necessário se atentar a ele enquanto objeto de pesquisa.

Vale ressaltar, partindo do que destacou Silva (2014), que a Matemática é uma ciência de total importância para o dia a dia do aluno, visto que esta lhe possibilita desenvolver seu raciocínio lógico, bem como a sua criatividade. Desta forma, devemos pensar em um ensino que desperte nos alunos um melhor interesse pela disciplina, contribuindo no aprendizado destes e fazendo com que a Matemática não seja vista como uma ciência distante, mas sim, necessária e parte do dia a dia; logo, contribuir para existir mais jovens interessados por esta área, sentindo-se preparados para as profissões em que a Matemática esteja inserida.

É comum ouvir dos estudantes do Ensino Médio o quanto a Matemática é uma ciência difícil e desconexa das situações cotidianas. Este fato pode refletir diretamente no seu desempenho escolar, pois sem percepção desta relação com o seu cotidiano os alunos, muitas vezes, não se sentem atraídos pela disciplina. Neste sentido, Cunha (2017, p.1) destaca que “[...] a Matemática é aceita com insatisfação pela comunidade escolar, pois exige dos estudantes um grau de memorização e uma ampla linha de raciocínio, esta dificuldade encontrada os fazem distanciar-se de sua prática no cotidiano”.

Diante dessa dificuldade e como dito pelo autor, os alunos têm perdido o interesse pelo estudo da Matemática. Logo, esse fato pode interferir na escolha de sua profissão, no futuro, por medo de encontrá-la durante suas trajetórias de vida. Tendo em vista que a Matemática é uma disciplina de grande contribuição na vida do aluno, a nossa pesquisa nasce do interesse em buscar entender o que concebe o aluno, no que diz respeito à relação da Matemática e a escolha da sua futura profissão.

Nesse íterim, essa pesquisa configura-se importante, pois buscou compreender os motivos das escolhas profissionais dos estudantes e entender se o medo da Matemática os impede de fazer determinada opção. Neste sentido, esperamos que os alunos possam desenvolver compreensões dos assuntos matemáticos e que não tenham mais o receio de encontrar a Matemática ao longo das suas trajetórias de vida.

Partindo da discussão até aqui realizada, apresentamos como problemática de pesquisa: o que concebem os(as) estudantes concluintes do Ensino Médio de uma escola pública pertencente ao Território de Identidade Norte do Itapicuru em relação à Matemática e os reflexos dessas concepções para as suas escolhas profissionais?

Esta pesquisa, resultado de um Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, objetiva analisar, portanto, as concepções que alunos concluintes do Ensino Médio de uma escola pública pertencente ao Território de Identidade Norte do Itapicuru apresentam sobre a Matemática e, também, observar se ela exerce alguma influência sob as suas escolhas profissionais. São objetivos específicos deste trabalho: i) Identificar as concepções dos

estudantes participantes da pesquisa quanto a Matemática, seu ensino e o percurso de construção do conhecimento matemático; ii) Listar as preferências profissionais dos estudantes participantes da pesquisa, quando da conclusão do Ensino Médio; iii) Analisar os motivos que levaram os estudantes a determinada escolha profissional, percebendo se existe relação com a significação construída ao longo da Educação Básica em relação à Matemática.

Esperamos, portanto, com essa pesquisa, ampliar o olhar sobre os movimentos de ensino e aprendizagem da Matemática e, principalmente, que essa ciência não seja um dos motivos que impeçam os jovens de cursarem determinados cursos superiores por medo de encontrá-la na matriz curricular. Esperamos que os estudantes reconheçam a necessidade do seu estudo, bem como, a importância que tem para o seu cotidiano.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para realizar esta pesquisa, nos respaldamos teoricamente em autores que estudam sobre: Matemática afetiva, ensino e aprendizagem da Matemática, estudantes da Educação Básica e percurso de formação Matemática. Assim, podemos melhor entender e discutir sobre a influência que tem a Matemática na escolha profissional dos alunos.

A princípio importa-nos considerar que, os movimentos de ensino e aprendizagem da Matemática, muitas vezes, são questionados pelos estudantes da Educação Básica que não percebem a utilidade desta ciência no contexto social. Logo nos preocupa saber de que forma isso traz implicações para as suas vidas, em especial, para as questões voltadas à escolha profissional, uma vez que muitos alunos relatam dificuldades e aversão a Matemática. Um dos inúmeros motivos que gera essa distância por parte do estudante para com o objeto matemático ao longo da vida, pode ser a forma como ela é ensinada. Pontes (2019, p. 203) sinaliza que isso se deve também as técnicas ultrapassadas de ensinar Matemática para os alunos diante dos novos contextos com a presença da tecnologia, onde a mesma se torna uma ferramenta necessária para suprir necessidades que o professor venha a ter na hora de explicar determinado assunto. Diante disso, destaca-se a necessidade da formação inicial do professor contar com a utilização da tecnologia, visando práticas de ensino da Matemática.

Partindo do excerto apresentado anteriormente, entendemos que com o crescimento tecnológico e a grande taxa de desemprego no Brasil, o mercado de trabalho se tornou cada vez mais exigente. Muitas pessoas graduadas e pós-graduadas estão desempregadas e ter conhecimento aprofundado sobre as questões tem se tornado uma exigência cada vez mais comum, como nos afirma Melo e Borges (2007, p. 393):

A maior exigência de qualificação e redução de empregos é a realidade que alguns jovens esperam vivenciar no mercado de trabalho; portanto, essas características também favorecem a busca por investimentos na qualificação para o alcance de expectativa de um mercado restrito e para ter um diferencial neste.

Logo, não basta somente ter um diploma em mãos, se torna necessário ter um diploma de uma boa universidade, com um bom currículo escolar e também, profissional. Em meio a tantas exigências existentes no mercado de trabalho, o jovem se enxerga numa situação de ter que se esforçar cada vez mais para atingir esses níveis e conseguir um bom emprego. Neste sentido, durante o Ensino Médio, quanto a incluir e preparar os jovens para o mercado de trabalho, a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017, p. 465) nos diz que:

[...] à preparação básica para o trabalho, que significa promover o desenvolvimento de competências que possibilitem aos estudantes inserir-se de forma ativa, crítica, criativa e responsável em um mundo do trabalho cada vez mais complexo e imprevisível.

De fato, precisamos preparar jovens que estejam aptos a se inserir numa sociedade, dispostos a fazer interferências construtivas, sendo cada vez mais críticos, criativos e responsáveis, buscando se desenvolver e contribuir para o desenvolvimento social. Diante desse cenário, durante a Educação Básica, é comum ouvirmos perguntas para saber qual profissão e área de conhecimento seguiremos. Neste sentido, muitos dos estudantes afirmam que têm preferência em seguir graduações que profissionalmente retornem melhores condições financeiras no futuro. Sobre isso Santos (2005, p. 58) afirma que:

Muitos fatores influenciam na escolha de uma profissão, de características individuais a convicções políticas e religiosas, valores e crenças, situação político-econômica do país, a família e os pares. O fator político econômico também está diretamente ligado a questões de escolhas profissionais, e até mesmo ligado a educação, que logo irá refletir no ensino e aprendizagem de matemática.

Além disso, percebemos que a escolha profissional, muitas vezes, perpassa por diversas questões que entrecruzam o Ensino Fundamental até o Ensino Médio. Muitas experiências vivenciadas pelos estudantes ao longo da Educação Básica, são marcadas por dificuldades na aprendizagem Matemática. Tal fato exerce influência na vida do jovem, sobretudo no que tange as suas escolhas futuras. Nesse sentido, segundo Barreto e Aiello-Vaisberg (2007, p.108):

[...] Muitos dos jovens têm frequentemente uma educação básica deficitária, progredindo compulsoriamente conforme já apontamos quando nos referimos à progressão continuada, e, portanto, têm dificuldades de acompanhar uma graduação com maior grau de dificuldade.

Diante disso, partindo do apresentado, percebemos a importância de investimento na Educação Básica, os quais busquem possíveis soluções para os inúmeros problemas apresentados, para que isso não venha interferir na escolha profissional por parte dos alunos. Nesse sentido, fazem-se necessárias aulas mais elaboradas, com materiais dinâmicos e contribuindo para a construção de uma relação ensino e aprendizagem com a disciplina de Matemática, diferente do que acontece atualmente em muitas escolas.

Percebemos que essa é uma problemática estrutural e que, por isso, precisa ser pensada enquanto política pública.

O curso de Licenciatura em Matemática, por exemplo, é importante por permitir que se ressignifique as diversas aprendizagens e percepções dessa ciência, contribuindo para os movimentos de ensino e aprendizagem. D'Ambrósio (1993, p. 38) afirma que “[...] dificilmente um professor de Matemática formado em um programa tradicional estará preparado para enfrentar os desafios das modernas propostas curriculares [...]”, logo, percebemos que para além de um ensino de Matemática diversificado durante o Ensino Fundamental e Médio, precisa-se também de um ressignificar das diferentes práticas de formação nas Licenciaturas em Matemática; desta forma, qualificando os professores a ensinar essa disciplina de maneira dinâmica e proveitosa.

A escolha de uma profissão mais ligada à área de exatas perpassa por essa questão de permitir que os estudantes construam uma concepção de Matemática alinhada com o prazer da descoberta e do matematizar ao longo da Educação Básica (D'AMBRÓSIO, 1993). Nesse ínterim, a afetividade entre o aluno e o professor se torna importante, assim tornando as aulas mais atrativas e com uma melhor compreensão dos assuntos abordados, como salienta Ribeiro (2010, p. 404), visto que os alunos demonstram maior interesse pelas disciplinas cujos professores mantêm uma relação amistosa com eles, fazendo-lhes elogios, os incentivando, bem como, estabelecendo conversas, trocando ideias sobre deveres e até mesmo, questionamentos sobre a sua própria vida.

Para que isso que apresentamos anteriormente aconteça é importante que os cursos de formação inicial estejam alinhados com as questões demandadas pela contemporaneidade e, como asseveram Santos e Lins (2016), muitos docentes que ensinam a Matemática e que são recém-formados questionam a própria formação e Licenciaturas, afirmando que ela pouco contribuiu para sua atuação profissional.

Diante disso, percebemos a importância que tem os professores conseguirem manter essa relação de afetividade, pois assim, aumentam-se as chances de os alunos se aproximarem do objetivo matemático e constituírem um processo de aprendizagem com mais significado. Tal fato, alinhado com outros elementos, pode possibilitar que o aluno compreenda os assuntos de maneira mais significativa; logo, contribui para a desconstrução de crenças que distanciam o estudante do processo de matematizar.

Muitas crenças são apresentadas pelos estudantes, e essas geram barreiras entre a Matemática e os alunos, gerando o medo de desenvolver seu aprendizado na disciplina, acarretando interferências que podem influir na escolha da sua profissão. Segundo Tomáz (1999, p. 192):

A Matemática na escola para muitos alunos é complicada, incompreensível, distante, fria, sem vida. Um amontoado de exercícios que eles fazem por fazer, não sabem por que nem para quê. Pensam que tem conteúdos “nada a ver”, que “não servem para nada” porque são isolados da realidade vivida, não têm utilidade na vida. Para eles são necessários apenas os conteúdos

básicos, das séries iniciais, os outros só servem para quem vai ser Engenheiro ou fazer Faculdade de Matemática.

De fato, são problemas vistos na realidade da educação, principalmente no que diz respeito ao Ensino Fundamental e Ensino Médio. Muitos dos alunos têm esse conceito formulado sobre a Matemática que traz dificuldade no seu aprendizado, bem como, a falta de interesse pela disciplina, logo, não compreende bem os assuntos estudados.

Por este fato, se faz necessária à relação de afetividade, o caminho pela construção de aulas mais atrativas, e proporcionar atividades nas quais os alunos venham resolver problemas matemáticos. Neste sentido, diante desta situação, Ribeiro (2010, p. 404) nos diz que “[...] fica evidente que os estudantes apreciam mais as disciplinas ministradas por professores com os quais se relacionam melhor, pois a conduta desses profissionais influencia a motivação, a participação e a dedicação aos estudos [...]”, assim, percebemos que a afetividade se torna de tamanha relevância e necessidade.

Para além do que apontamos anteriormente, cabe-nos destacar a importância que a pesquisa tem para o movimento de formação docente. No entanto, acaba sendo um fator preocupante, pois muitos professores relatam que não tiveram oportunidade de realizá-la durante a formação acadêmica. A pesquisa, na perspectiva que assumimos aqui, neste texto e respaldando-se em Silva e Oliveira (2020), busca possíveis soluções para problemas apresentados no cotidiano escolar, em sala de aulas, no nosso caso relacionado ao ensino e aprendizagem da Matemática. Destarte, ainda segundo os autores anteriormente referenciados, a pesquisa se torna algo importante na formação de futuros professores. Nesta direção, como afirmam Pio, De França e Domingues (2016, p. 92):

Dessa forma, percebe-se a importância da busca de aperfeiçoamento profissional através de pesquisas e estudos na sua prática pedagógica e, apesar dessas fragilidades conceituais, objetivas e subjetivas, é necessário o retorno à Autonomia perdida, às responsabilidades pedagógicas, aos processos reflexivos de discussão e experimentação conjunta. Reconstruindo, dessa forma, a valorização da profissão docente.

Diante disso, a pesquisa tenta encontrar soluções possíveis para problemas cotidianos e que implicam na e para a formação dos professores, visando melhorar a relação de ensino e aprendizagem. Muitos professores vêm buscando métodos que melhor contribuam no ensino da Matemática, tentando sair da forma de ensino na qual apenas o livro e a lousa são utilizados. Este fato, muitas vezes, não desperta a atenção do aluno e assim, a aula se torna não tão agradável para ele. Segundo Menegat (2006, p.12):

[...] o professor que não está devidamente preparado para refletir sobre sua prática docente no que se refere aos aspectos metodológicos e afetivos, deixa transparecer a sua precária ação profissional. Por essa razão, parece-me haver a necessidade de mudanças fundamentais imediatas na postura do professor, a fim de motivar o aluno, procurando favorecer o gosto pela escola e o prazer de frequentá-la.

Diante disso, ressaltamos que se torna necessário que os professores consigam fazer essa relação dos assuntos abordados com o cotidiano do aluno, para que assim se tenha mais interesse na aula, percebendo a importância da Matemática e sua contribuição para sua formação.

Outro fator negativo e que nos cabe considerar nesse contexto, é que atualmente muitas escolas não têm professores formados na área adequada para ensinar tornando o ensino difícil, pois estes não tiveram o preparo devido em sua formação. Na mão do que apontamos anteriormente, Correia e Silva (2020, p. 06) asseveram que:

Infelizmente, professores sem formação na área lecionando a disciplina ainda é uma realidade em muitas escolas em nosso estado. Embora essa situação esteja muito distante de ser desejável, comumente, "é a única opção possível", dadas as condições de trabalho e a política educacional de muitos municípios. Entendemos, partindo do que apresenta Shulman (2005), a importância de que o professor tenha, para sua prática, compreensão da estrutura da matéria ensinada e de sua organização pedagógica. No entanto, a reflexão parece desconhecida por alguns setores/gestores públicos, que trabalham sob a lógica de que "ter um professor que não seja da área é melhor do que não ter professor algum".

Nesse ínterim, entendemos ser primordial que os professores atuem na área em que são qualificados, para que não ocorra a substituição e colocar outro professor para ensinar uma disciplina distante do seu contexto de formação, causando uma situação desconfortável tanto para o professor como para o aluno. Logo, tendo professores licenciados em Matemática em toda Educação Básica, professores estes que sejam preparados para realizar aulas dessa área do conhecimento, mostrando como a Matemática está inserida no cotidiano do aluno, aumentam-se as chances de se considerá-la como importante para o seu dia a dia.

Tal fato pode ajudar no movimento de ressignificação das concepções negativas construídas acerca da Matemática, que a percebe, muitas vezes, como uma ciência abstrata pouco conectada com o cotidiano. Essa ressignificação pode despertar nos alunos um novo entender dessa ciência, bem como, a vontade de se especializar e seguir sua carreira profissional nessa área; ou até mesmo, em outras áreas que esta esteja inserida, fazendo com que a Matemática deixe de ser um empecilho na escolha da carreira profissional dos jovens concluintes do ensino médio.

3 | METODOLOGIA

Esta pesquisa, partindo da problemática e objetivos apresentados na introdução deste texto, se caracteriza como pesquisa qualitativa, pois segundo Rosa (2012, p. 235):

Busca retratar como um determinado problema se manifesta nas atividades e nas interações cotidianas e, assim, o significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção do pesquisador. Isso permite evidenciar questões que retratem o "como" determinado fato acontece. Esse "como"

descreve a experiência, de forma a favorecer a compreensão do processo, o qual tem o ambiente natural como fonte direta de dados.

Logo, buscamos um melhor entendimento sobre as questões levantadas e apresentadas na introdução deste trabalho; sendo elas: analisar as concepções que alunos concluintes do Ensino Médio de uma escola pública pertencente ao Território de Identidade Norte do Itapicuru apresentam sobre a Matemática e, também, observar se ela exerce alguma influência sob as suas escolhas profissionais.

Nessa direção, entretanto, cabe-nos ainda definir esta investigação enquanto Estudo de Caso, pois nos auxilia a delimitar a área a ser estudada. Segundo Ana e Lemos (2018, p. 535), em pesquisas dessa natureza, “[...] o objeto de estudo deve ser tratado como singular, único, com um valor intrínseco da realidade multidimensional e historicamente situada”. Tal fato nos possibilita identificar o campo e sujeitos a serem pesquisados de maneira minuciosa.

O instrumento para produção de dados será um questionário que segundo Gerhardt e Silveira (2009, p. 56) é um “[...] instrumento capaz de fornecer informações adequadas e necessárias para testar as hipóteses”. Este dispositivo será composto por perguntas discursivas na qual os alunos, participantes da pesquisa, vão revelar sobre a influência da Matemática na sua escolha profissional.

O *locus* da nossa pesquisa será um Colégio Estadual situado no Território de Identidade Norte do Itapicuru, região norte do Estado da Bahia. O critério de escolha da referida instituição se deu em relação ao Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - IDEB, pois a escola apresentou o maior índice para o ano de 2021.

Os sujeitos da nossa pesquisa foram alunos devidamente matriculados no 3ª série do Ensino Médio do colégio a que nos referimos anteriormente. Vale destacar que todos são maiores de 18 anos e que, aceitando participar da nossa pesquisa, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE. Em decorrência da pandemia da Covid-19, houve atraso na conclusão do ano letivo, em que a turma de 2020 ainda cursava o último ano do ciclo quando da aplicação deste questionário em 2021. Diante desse fato, escolhemos a turma de 2020 por pensar ter uma maior quantidade de alunos maiores de 18 anos.

A princípio, foi realizado contato com a direção da escola, para que a mesma autorizasse a realização da pesquisa. Com o consentimento, fomos encaminhados para professora de Matemática do Ensino Médio e, posteriormente, para a sua sala de aula, onde aplicamos o questionário com os estudantes.

Participaram desta pesquisa 14 estudantes com idades variando entre 18 e 20 anos. O questionário continha 15 questões abertas e referentes as experiências dos estudantes com o ensino da Matemática e os reflexos dessas experiências para suas escolhas profissionais. Foram apresentadas também questões pertinentes à caracterização dos participantes, como idade, gênero, nome, cidade entre outras. Vale ressaltar que asseguramos o anonimato dos participantes atribuindo nomes fictícios para os mesmos.

Para a análise dos nossos dados, utilizaremos o método de análise qualitativa. Segundo Gil (2008), esse é o método ideal para pesquisa do tipo Estudo de Caso. Ainda segundo o autor, para esse método de análise “[...] não há fórmulas ou receitas predefinidas para orientar os pesquisadores. Nesse sentido, a análise dos dados na pesquisa qualitativa passa a depender muito da capacidade e do estilo do pesquisador” (GIL, 2008, p. 175). Portanto, esse movimento de construção da análise nos possibilita maior autonomia, e um processo interpretativo que nos ajuda a entender os fenômenos.

4 | ANÁLISE DOS DADOS

Neste tópico, trataremos das experiências dos estudantes, sujeitos da pesquisa, com a disciplina de Matemática. Desta maneira, buscamos entender se eles gostam dessa disciplina, se a compreendem bem, a relação que tiveram com ela desde o início dos estudos, bem como, a relação com os seus professores. Acreditamos que se faz necessário entender essas concepções dos estudantes, pois está diretamente ligada ao nosso objetivo de pesquisa.

4.1 Experiências, concepções e ensino da matemática

Participaram da nossa pesquisa 14 estudantes. Desses, um total de 57,14% são do sexo feminino e 42,86% do sexo masculino. Assim, as primeiras perguntas dispostas no questionário realizado com os estudantes, identificaram as concepções dos mesmos sobre a Matemática e seu ensino.

Quando questionados sobre o que é a Matemática, percebemos que do total de alunos, a grande maioria, 78,57%, destacou a importância da mesma para a vida, e que mesmo que não a compreendam, a mesma está inserida em seu cotidiano. Isso fica evidente, por exemplo, nas respostas dos alunos abaixo. Vejamos:

É algo que sempre fará parte em nossas vidas, em tudo que fazemos tem que ter um pouco de sua presença (Aluno A).

A matemática é tudo, sempre estamos precisando dela (Aluno L).

A matemática é algo que sempre estará com você (Aluno D).

A matemática é uma disciplina essencial para a nossa vida (Aluno G).

Entendemos assim, que a Matemática, de modo geral, é percebida necessária e presente no cotidiano dos respondentes. Cunha (2017), na mão do que evidenciam os estudantes, destaca a necessidade de a Matemática romper com a lógica de memorização, diminuindo as dificuldades encontradas e se aproximando de seu cotidiano. Portanto, *a priori*, mesmo que não seja listado nenhum conteúdo matemático, os alunos entendem que ela é necessária para o seu dia a dia.

Em contrapartida, vale destacar também que mesmo com essa percepção importante da Matemática por parte da maioria dos estudantes, tiveram outros, 21,43%, que atribuíram

uma representação negativa sobre ela, como podemos observar na resposta do Aluno B, na figura abaixo:

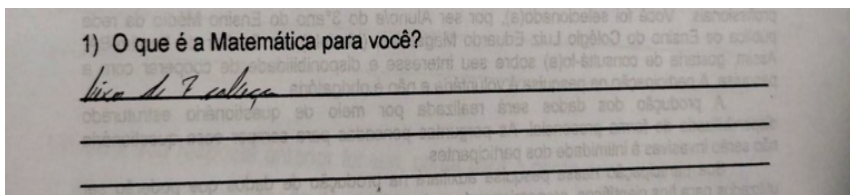


Figura 01 - Resposta à pergunta 01 do questionário

Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores (2022).

Outras respostas apresentadas e que corroboram ao pensamento do aluno B foram:

Um mal necessário para a vida (Aluno H).

É matéria que não gosto muito, mas sei que é muito importante para tudo (Aluno E).

Essas respostas se refletem nas afirmações de Tomáz (1999) quando destaca que muitos alunos visualizam a Matemática escolar como fria, distante, complicada e com vários exercícios, que só fazem por fazer, não sendo algo tão significativo para eles. Nos chama atenção que o aluno H, mesmo a considerando como ruim, entende e destaca que é necessária para a vida.

Nessa perspectiva, visando entender como se dá a relação deles com a disciplina, questionamos também se eles gostavam da Matemática e que justificassem a sua resposta. Destacamos as seguintes respostas negativas sobre o não gostar:

Não muito, pois tenho dificuldade em resolver cálculos (Aluno A).

Não muito, pois envolve muito cálculo (Aluno P).

Gosto muito não, porque acho bastante embaraçoso (Aluno E).

Não, não sou muito bom com cálculos (Aluno B).

E as seguintes respostas que entendemos positivas sobre esse gostar:

Sim, precisamos dela para tudo em nosso dia a dia (Aluno L).

Sim, pois ela é necessária no cotidiano (Aluno H).

Sim, pois tudo que fizemos precisamos da matemática no nosso dia a dia (Aluno G).

Quando entendo o assunto, eu gosto muito (Aluno T).

Assim, notamos que a turma fica dividida entre pessoas que gostam e não gostam da disciplina. Desta forma, 57,14% responderam não gostar da disciplina e a justificativa, como podemos observar acima, permeia em dificuldades de resolver cálculos e por ser uma

matéria difícil de entender. Os outros 42,86% responderam sim, que gostam da disciplina, e respaldaram a sua resposta no entendimento de que se trata de uma ciência que se faz presente e é necessária em seu cotidiano.

Posteriormente os alunos foram indagados se a Matemática é uma disciplina que eles têm facilidade em aprender e que falassem o porquê de tal resposta. Os alunos responderam, em sua maioria, que não, afirmando que tem muitos cálculos e que não tem facilidade em aprender o conteúdo. Vejamos o que revelaram alguns estudantes a esse respeito:

Tenho muita dificuldade, pois acho os cálculos e regras difícil de aprender (Aluno C).

Não, porque tem muitos cálculos e quebra cabeça (Aluno A).

Não, tenho muita dificuldade em aprender a matéria (Aluno J).

Não, porque tenho dificuldade (Aluno S).

Os alunos que responderam sim relataram que têm facilidade, pois conseguem memorizar as fórmulas. Vincular a Matemática ao memorizar de fórmulas é algo que percebemos de maneira não muito positiva, sobretudo por apresentar uma perspectiva dessa ciência de forma limitada, não muito aberta ao prazer da descoberta. Cunha (2017), na direção do apontado, assevera sobre romper com essa memorização e tornar sua aprendizagem importante e com significado.

[...] a Matemática é aceita com insatisfação pela comunidade escolar, pois exige dos estudantes um grau de memorização e uma ampla linha de raciocínio, esta dificuldade encontrada os fazem distanciar-se de sua prática no cotidiano (CUNHA, 2017, p. 1).

Portanto, partindo do que revelam, conjecturamos que alguns alunos até entendem que a Matemática se faz presente em seu cotidiano, mas não visualizam a sua prática com clareza, evidenciando a insatisfação com a aprendizagem também pela necessidade de interpretação e raciocínio. Desta forma, o professor deve entender o seu papel importante e a vivência de sua prática pedagógica como propulsora para aprendizagens; ou seja, criar itinerários de formação desses alunos que permitam uma aproximação entre a Matemática e o seu dia a dia. Esse caminho se torna importante para significar a aprendizagem do aluno, permitindo que eles a compreendam, acreditando que o conhecimento está ao seu alcance.

Desta maneira, questionamo-los em relação as vivências da disciplina de Matemática ao longo da vida escolar. Verificou-se, a partir da análise das respostas apresentadas, que 50% dos alunos revelam que tiveram dificuldade de aprendizagem no Ensino Fundamental. Como mostra o gráfico a seguir:

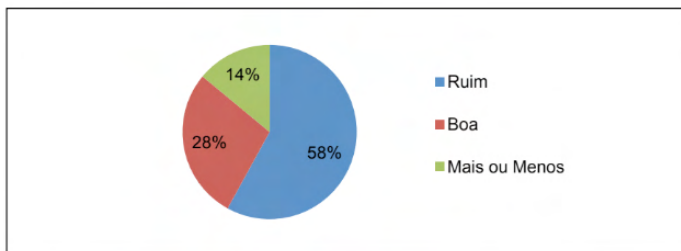


Figura 02 - Gráfico Relação com a Matemática

Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores (2022).

Nessa direção, concordando com Barreto e Aiello-Vaisger (2007), entendemos que muitos estudantes têm uma Educação Básica precária e que isso pode acarretar dificuldade ao longo da sua vida escolar. Além desses, tivemos alunos que relataram ter uma boa relação com a disciplina ao longo de sua história de vida.

Questionamos, também, o como foi a relação com os professores de Matemática ao longo desse período. Alguns dos alunos relataram que tiveram uma boa relação, independente de não gostarem da disciplina. Vejamos o que revelou o Aluno F, no excerto a seguir:

Tive alguns professores que por não interagirem com o aluno acaba tornando a Matemática chata, mas tive outros professores que mostraram que a Matemática é boa.

Nesse íterim, partindo do refletir sobre a resposta apresentada e do que pontua Ribeiro (2010), os alunos têm o maior interesse pelas disciplinas quando o professor tem uma boa relação com eles, os incentivando, conversando e trocando ideias sobre como responder às atividades. Destacamos então que a aprendizagem Matemática pode ter ligação com a postura do professor e os itinerários de formação que são escolhidos por ele. É interessante, nesse sentido, se colocar numa relação amigável com os alunos em busca da aprendizagem Matemática.

Buscamos também entender se eles sentem dificuldades em resolver problemas matemáticos. A grande maioria dos alunos, 64,29%, afirmaram que sim, como podemos analisar nas respostas abaixo:

Sim, se for muito complicado aí fica bem mais difícil de resolver (Aluno J).

Sim, bastante dificuldade (Aluno S).

Sim, muita dificuldade (Aluno C).

Dependendo da questão problema sim (Aluno P).

Destarte, 7,14% disseram que não tem nenhuma dificuldade, sendo equivalente a 1 aluno do total de respondentes. 28,57% relataram que essas dificuldades são relativas, ou seja, em alguns conteúdos da disciplina os alunos sentem mais facilidade em aprender do

que outros; como podemos observar nas respostas dos alunos abaixo:

Depende muito do assunto, mas no geral não tenho problemas (Aluno G).

Às vezes (Aluno D).

Mais ou menos (Aluno L).

Ainda neste sentido, os interrogamos sobre os motivos dessas dificuldades. Vejamos os excertos a seguir:

Não gosto dessa matéria (Aluno B).

Acho que os assuntos são um pouco complicados, principalmente o assunto de geometria (Aluno C).

Por alguns serem bastante complicados (Aluno E).

Porque sinto muita dificuldade em aprender (Aluno S).

Não sei, acho que é uma área muito complicada quando se trata de números eu não consigo (Aluno J).

Por não conseguir memorizar fórmulas (Aluno A).

Por muitas vezes não compreender o jeito certo de resolver (Aluno P).

Só tenho se não souber do conteúdo (Aluno F).

Eu acho que é porque não presto tanta atenção nas aulas (Aluno L).

Por conta da minha falta de atenção na maioria das vezes (Aluno G).

Por ser necessária muita memorização (Aluno H).

Por falta de prática no assunto determinado (Aluno T).

Não me esforço muito na matemática (Aluno I).

Porque eu não me esforço muito (Aluno D).

Nesse íterim, Pacheco e Andreis (2017, p. 106) afirmam que:

As dificuldades de aprendizagem em Matemática podem estar relacionadas a impressões negativas oriundas das primeiras experiências do aluno com a disciplina, à falta de incentivo no ambiente familiar, à forma de abordagem do professor, a problemas cognitivos, a não entender os significados, à falta de estudo, entre outros fatores.

Ao observarmos os motivos apresentados pelos estudantes para tais dificuldades, por exemplo, percebemos que muitos deles revelaram que não estudam o suficiente, como também destacaram o não entender das fórmulas e o não conseguir memorizá-las. Isso reflete, também, a não entender os significados dos conteúdos e a necessidade destes. Portanto, se torna necessário que para suprir algumas dessas dificuldades os professores revejam suas abordagens, buscando explicar conteúdos desde o seu surgimento para que os alunos entendam a sua importância. Dessa forma, os alunos poderão entender que a Matemática não se resume ao memorizar de fórmulas.

Por fim, questionamos também sobre o que poderia ter sido feito ao longo da vida

escolar para que essas dificuldades fossem resolvidas. Os alunos responderam, em sua grande maioria, 78,57%, que prestariam mais atenção nas aulas, se esforçariam mais nos estudos e praticariam a resolução de exercícios. Outros afirmam que sentiram falta de dinâmica nas aulas e não terem desenvolvido a explicação dos conteúdos com clareza. Menegat (2006) destaca que muitas vezes o professor não está devidamente preparado para refletir sobre suas práticas docentes em sala de aula e sobre os aspectos metodológicos, tornando precária sua ação profissional, refletindo nas dificuldades de aprendizagem dos alunos.

4.2 As preferências profissionais

Para entender se a Matemática impacta na escolha profissional dos estudantes, faz-se necessário refletir sobre quais profissões esses estudantes querem seguir. Assim, os questionamos a respeito da escolha profissional e o(s) motivo(s) que os levam a essa escolha.

Nesse íterim, após análise das respostas apresentadas, percebemos que os respondentes sinalizaram profissões como a de professor(a) de História; pedagogo(a); administrador(a); psicólogo(a); enfermeiro(a); médico(a); fisioterapeuta; nutricionista; veterinário(a); educador(a) físico e advogado(a). Observando essas profissões, as que foram listadas pelos alunos e apresentadas anteriormente, destacamos que todas requerem formação em nível superior. No entanto, tivemos estudantes que não responderam a essa questão, algo que nos sinaliza que eles podem ainda estar indecisos quanto a essa escolha.

Desta forma, interrogamos se esses alunos pretendem fazer algum curso superior ao concluírem o Ensino Médio. Assim, podemos observar como se deram as respostas dos alunos a partir do gráfico abaixo:

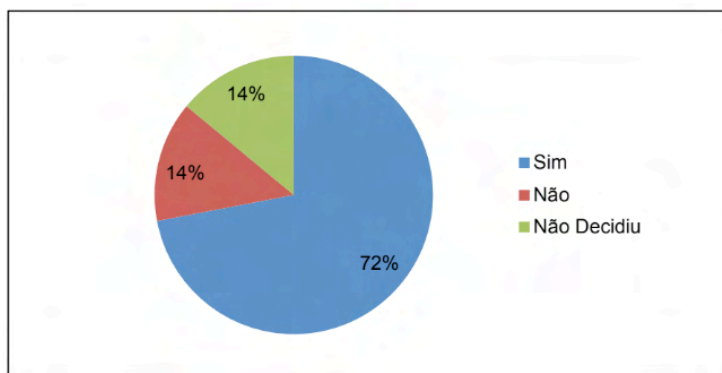


Figura 03 - Gráfico Pretensão de Cursar o Ensino Superior

Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores (2022).

Percebemos que a grande maioria dos respondentes pretende fazer algum curso de

nível superior. E com relação à escolha desses cursos, notamos que foram listados os cursos de: Administração, Direito, Educação Física, Enfermagem, Fisioterapia, Gastronomia, História, Medicina, Medicina Veterinária, Nutrição, Pedagogia e Psicologia; destacamos que os que tiveram maior ênfase foram os cursos de Enfermagem e Pedagogia, pois foram os mais listados pelos alunos. Os demais alunos que relataram não saber ou não querer ingressar no nível superior, não destacaram nenhum interesse em alguma outra atividade quando concluírem o ensino médio, nem mesmo seguir alguma profissão que não exija essa formação.

Ainda neste sentido, questionados sobre o porquê de escolherem esses cursos, os alunos responderam que essa escolha está ligada à sua afinidade e por buscar proporcionar melhores condições de vida a sua família. O Aluno P, que listou três cursos, revelou:

Entre os cursos citados, ainda tenho dúvida, pois são três áreas que gosto.

Assim percebemos que alguns alunos saem do Ensino Médio sem saber a respeito de qual carreira profissional deseja seguir. Neste sentido, Cunha (2017) afirma “[...] é que muitos ainda estão passando por um período de autoconhecimento em várias áreas, aprendendo sobre o que gosta ou não gosta”. De fato, muitos alunos concluem o Ensino Médio muito jovens e sem maturidade suficiente para realizar tal escolha, pois ainda está passando por esse processo de conhecimento de si.

4.3 A matemática e a escolha profissional

Para entender os motivos que levaram os estudantes a escolherem determinadas profissões e perceberem se existe relação entre a escolha e o que concebem e vivenciaram com a Matemática, trouxemos questionamentos que nos permitissem entender essa relação. Diante disso, perguntamos a eles se a presença da Matemática em algum curso no qual eles escolheram é motivo para que desista dessa opção.

Fazendo análise dessas respostas, percebemos que 64,28% dos alunos responderam que não, a presença da Matemática não é motivo para desistir do curso que escolheram e que querem seguir; como podemos perceber nas respostas dos alunos abaixo:

Não, pois não podemos fugir da Matemática sendo que ela está presente em cada passo da vida (Aluno P).

Não, pois a Matemática está em todas as partes, então não tem como fugir (Aluno T).

Não, eu continuaria (Aluno A).

Percebemos, portanto, que o não desistir do curso por encontrar a Matemática no decorrer dele está na perspectiva de que essa ciência se faz presente no dia a dia, não destacando o prazer pela disciplina, somente a necessidade do seu estudo. Por outro lado, os alunos que responderam sim, 21,44%, sinalizam:

Sim, porque não gosto de Matemática, mas hoje em dia a Matemática está em tudo (Aluno S).

Observando a justificativa desses alunos a respeito do por que da presença da Matemática impedir de realizar o curso superior, percebemos:

Pelo fato da dificuldade com a matéria, porém não adianta fugir da matéria, porque em tudo tem (Aluno J).

Por ter dificuldade nessa disciplina (Aluno L).

Porque sinto muita dificuldade, não gosto de matemática (Aluno S).

Assim, notamos que as respostas circulam em torno da dificuldade de aprendizagem dessa disciplina. Nesse sentido, Pacheco e Andreis (2017, p. 106) destacam que:

O ensino de Matemática costuma provocar duas sensações contraditórias, tanto por parte de quem ensina, como por parte de quem aprende: de um lado, a constatação de que se trata de uma área do conhecimento importante; de outro a insatisfação diante dos resultados negativos obtidos com muita frequência em relação a sua aprendizagem.

De fato, percebemos essas sensações contraditórias nas respostas dos alunos, pois mesmo quando destacam da dificuldade de aprendizagem da disciplina, durante o questionário, sempre mencionam a importância dessa ciência afirmando que ela está presente em tudo. Entendemos então, que pode existir dificuldade de aprendizagem e essas, ainda segundo os autores, são oriundas de “[...] questões metodológicas inadequadas, professores mal qualificados, de uma estrutura escolar insuficiente e ou relacionadas a alunos que apresentam bloqueios decorrentes de experiências negativas” (PACHECO; ANDREIS, 2017, p. 107). Destacamos, mais uma vez, a necessidade de investimento na Educação, como um todo, na construção de políticas continuadas e qualificação docente, de forma que o ensino, e sobretudo o ensino de Matemática, seja fortalecido desde os anos iniciais.

Ainda nesse sentido, questionamos sobre: “Diante de um curso escolhido, caso encontre a presença da Matemática durante a sua realização, seria motivo para desistir?”. Analisando as respostas dos alunos, percebemos que todos os alunos que responderam essa pergunta, afirmaram que não desistiriam do curso.

Não, pois ainda poderia entender e me aprimorar em Matemática (Aluno T).

Não, porque tudo que fizemos temos que usar a Matemática (Aluno G).

Não, se for realmente aquilo que eu quero fazer (Aluno C).

Seguindo ainda nessa reflexão, por fim, questionamos se o gostar ou não gostar da Matemática se relaciona com a sua escolha por um curso superior. Desta forma, analisamos que dos 14 estudantes, 12 responderam essa pergunta. 41,66% relataram que sim, o gostar ou não da Matemática tem interferência nessa escolha, como podemos observar nas respostas abaixo:

Sim, porque não gosto da matéria (Aluno S).

Sim, eu escolhi o curso por gostar mesmo (Aluno I).

Sim, tento evitar a matemática, mas aonde eu vou ela tá (Aluno J).

Dentre esses alunos, somente um afirmou não gostar da disciplina e por isso, que há essa interferência; os outros não destacaram nada com relação a essa afetividade, mas justificavam, mais uma vez, na perspectiva de a Matemática estar presente em seu dia a dia. Já os alunos que relataram que não há essa relação, equivalente a 58,34% do total que responderam, justificavam o interesse pelo curso e pela importância que tem a Matemática, como podemos observar:

Para mim não, pois acho que tem sua importância em qualquer profissão (Aluno F).

Não, pois não afetará em nada (Aluno A).

Não, se eu quero fazer algo e me formar, vou fazer de qualquer jeito (Aluno C).

Assim, notamos mais uma vez na resposta do aluno F a justificativa na perspectiva da importância da Matemática; já nas respostas dos alunos A e C, está ligada a escolha do curso, independente de qual curso seja e de quais componentes possam encontrar durante a realização deste, irá fazê-lo e concluí-lo já que optou por ele.

Por fim, analisados os resultados que aqui mostramos, percebemos que de fato os jovens estão muito confusos sobre essa concepção da escolha da profissão, e também, se essa presença da Matemática os impacta ou não, tal fato, nos recorda também as discussões de Cunha (2017) quando destaca que esses alunos ainda estão passando por um processo de se autoconhecer, não tendo maturidade o suficiente para saberem o que gostam ou não gostam, o que querem ou não querem. Esses alunos, portanto, ainda precisam passar por esse processo de amadurecimento para entender o que de fato querem dar sequência na sua vida enquanto concluintes dessa etapa de ensino, o Ensino Médio.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir desta pesquisa, notamos que as concepções dos participantes com relação à Matemática, em sua maioria, estão ligadas a importância da mesma para o seu cotidiano e como ela está presente nas necessidades do seu dia a dia. Importante salientarmos que fica evidente, a partir dos dados produzidos e analisados, que mesmo que o sujeito não revele um bom desenvolvimento nessa disciplina (e inclusive destacando a necessidade de se esforçar mais nos estudos dela), destacou-se entre os entrevistados, essa percepção de reconhecimento da importância da mesma.

Quanto à relação construída com essa ciência durante a sua trajetória na Educação Básica, os dados nos revelam que os alunos não tiveram uma boa relação com essa disciplina, isso fica claro, sobretudo quando destacam das dificuldades em interpretação e raciocínio, como também, da não compreensão dos cálculos que são/eram feitos. Essas dificuldades enfrentadas podem contribuir para a construção de uma relação ruim com

essa disciplina.

Diante disso, notamos que as escolhas profissionais dos participantes da pesquisa giram em torno de ser administrador(a), psicólogo(a), enfermeiro(a), médico(a), fisioterapeuta(a), nutricionista(a), médico(a) veterinário(a), educador(a) físico, advogado(a), pedagogo(a) e professor(a) de História; além disso, também houve alguns estudantes que não responderam qual profissão gostariam de seguir. Percebemos dessa forma que todas as profissões listadas necessitam do curso de graduação, dessa maneira, esses sujeitos almejam ingressar no Ensino Superior. No entanto, fica perceptível que mesmo na reta final do Ensino Médio, muitos não sabem de fato qual profissão seguir, pois listaram mais de uma profissão e destacaram não saber o que queriam ao certo dentre as opções listadas.

Nesse ínterim, cabe-nos analisar os motivos que levaram os estudantes a essas determinadas escolhas profissionais, refletindo se existe relação com a significação construída ao longo da Educação Básica em relação à Matemática. Percebemos, portanto, que os motivos dessas escolhas estão relacionados com a afetividade com a área destacada, julgando gostar daquilo que está sendo mencionado e pontuam, inclusive, que o gostar ou não gostar da Matemática não exerce influência sobre suas decisões. Desta maneira, afirmam que o fato de um curso de graduação exigir conhecimentos Matemáticos, *a priori*, não é motivo para que desistam dele; essa é a impressão que eles têm, pois não vivenciaram essa experiência para saber como a mesma se procede de fato na prática, julgando o gosto por aquilo que escolheu.

Tal fato nos mostra, mais uma vez, o quanto os jovens estão indecisos sobre o que de fato querem seguir, pois à medida que destacam as dificuldades de aprendizagem em Matemática durante o Ensino Básico, não tendo afinidade com a disciplina, afirmam que ela não tem ligação com essa escolha profissional. Justificam essa percepção na mesma ideia de que a Matemática está presente em tudo; julgamos também essa percepção superficial quando afirmam isso a todo o momento, mas não justificam esse pensamento, nem trazem situações Matemáticas do seu dia a dia que percebem suas aplicações de forma clara.

Destacamos, portanto, a importância que existe em se ter professores bem formados para o ensino de Matemática, desde os anos iniciais do Ensino Fundamental, visando construir o conhecimento matemático significativo, de forma que alunos compreendam essa disciplina, desenvolvam seu raciocínio lógico e compreendam os cálculos e as necessidades deles. Desta maneira, o entendimento sobre a importância dessa ciência se torna mais amplo, percebendo suas aplicações e necessidades no seu dia a dia a partir de cada situação vivenciada. Por isso, destacamos essa necessidade de boa formação, pois é preciso que o professor consiga estabelecer estratégias para esses conhecimentos e desenvolver a maturidade dos alunos para saberem se de fato querem vivenciar a Matemática na sua graduação e posteriormente, na sua profissão.

Assim, salientamos que as informações aqui descritas são fruto de uma investigação feita em somente uma escola e se faz necessário, para resultados mais amplos, que se

investigue essa concepção de alunos concluintes de outras escolas, bem como, outras cidades.

REFERÊNCIAS

ANA, Wallace Pereira Sant; LEMOS, Glen Cézar. METODOLOGIA CIENTÍFICA: a pesquisa qualitativa nas visões de Lüdke e André. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 4, n. 12, p. 531-541, 2018.

BARRETO, Maria Auxiliadora; AIELLO-VAISBERG, Tania. Escolha profissional e dramática do viver adolescente. **Psicologia & Sociedade**, v. 19, n. 1, p. 107-114, 2007.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017.

_____. Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb). Texto para Discussão nº 26. Brasília. **Instituto Nacional e Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira INEP**, 2007. Disponível em: <http://www.inep.gov.br>.

CORREIA, Vinícius Christian Pinho; SILVA, Américo Junior Nunes. O estágio e a formação de professores de matemática. **Revista Brasileira de Educação Básica**. (Belo Horizonte, online) [online]. 2020, Ano 5, n.17. Disponível em: <http://rbeducacaobasica.com.br/o-estagio-e-a-formacao-do-professor-de-matematica/>. Acesso em: 31 maio 2021.

CUNHA, César Pessoa. Aplicabilidade da Matemática no Futuro Profissional do Aluno do Ensino Médio. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Edição 04. Ano 02, Vol. 01. pp 651-665, Julho de 2017.

D'AMBROSIO, Beatriz Silva. Formação de Professores de Matemática para o Século XXI: o Grande Desafio. **Pro-posições**, Campinas - SP. v. 4, n. 1, p. 35-41, 1993.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

MELO, Simone Lopes de; BORGES, Livia de Oliveira. A transição da universidade ao mercado de trabalho na ótica do jovem. **Psicologia: ciência e profissão**, v. 27, n. 3, p. 376-395, 2007.

MENEGAT, Francisco. **A construção do aprendizado em matemática: um enfoque metodológico e afetivo**. 2006. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

PACHECO, Marina Buzin; ANDREIS, Greice da Silva Lorenzetti. Causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática: percepção de professores e estudantes do 3º ano do Ensino Médio. **Revista Principia, João Pessoa**, v. 38, p. 105-119, 2018.

PIO, Rosana Martins; DE FRANÇA, DilvanoLeder; DOMINGUES, Soraya Correa. A Importância da Pesquisa Na Prática Pedagógica dos Professores. **Revista Profissão Docente**, v. 16, n. 34, 2016.

PONTES, Edel Alexandre Silva. A Capacidade de Gerar Soluções Eficientes e Adequadas no Processo Ensino e Aprendizagem de Matemática. **Revista Psicologia & Saberes**, v. 8, n. 10, p. 193-205, 2019

RIBEIRO, Marinalva Lopes. A afetividade na relação educativa. **Estudos de Psicologia (Campinas)**, v. 27, n. 3, p. 403-412, 2010.

ROSA, Maurício. Pesquisa qualitativa em Educação Matemática a distância: aspectos importantes do uso do Role Playing Game como procedimento metodológico de pesquisa. **Educar em Revista**, n. 45, p. 231-258, 2012.

SANTOS, João Ricardo Viola; LINS, Romulo Campos. Uma Discussão a Respeito da (s) Matemática (s) na Formação Inicial de Professores de Matemática-OneDiscussionaboutMathematicsonInitialPreparationofMathematicsTeacher. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 18, n. 1, 2016.

SANTOS, Larissa Medeiros Marinho dos. O papel da família e dos pares na escolha profissional. **Psicologia em estudo**, v. 10, n. 1, p. 57-66, 2005.

SILVA, Américo Junior Nunes da; OLIVEIRA, Caíque Melo. de. A pesquisa na formação do professor de matemática. **Revista Internacional de Formação de Professores**, Itapetininga, v. 5, p. e020015, 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/rifp/article/view/41>. Acesso em: 31 maio. 2021.

SILVA, Américo Junior Nunes da. **A ludicidade no laboratório: considerações sobre a formação do futuro professor de matemática**. Curitiba: Editora CRV, 2014.

TOMÁZ, Tereza Cristina. Não gostar de Matemática: que fenômeno é este. **Cadernos de Educação**, p. 187, 1999.

ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO HUMANO PARA SÃO PAULO/SP E ERECHIM/RS UTILIZANDO DADOS DIÁRIOS PARA O VERÃO 2018/2019

Data de aceite: 01/06/2022

Data de submissão: 08/04/2022

Thiago Gonçalves da Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Departamento de Ciências Atmosféricas e
Climáticas
Natal - Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/9247213148151165>

José Augusto Ferreira Neto

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Departamento de Ciências Atmosféricas e
Climáticas
Natal - Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/0401494432064481>

Paula Andressa Alves de Araujo

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Departamento de Ciências Atmosféricas e
Climáticas
Natal - Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/4857107569349842>

Bergson Guedes Bezerra

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Departamento de Ciências Atmosféricas e
Climáticas
Natal - Rio Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/1901216516407999>

RESUMO: O nível de conforto térmico e suas variações espaciais são explorados neste trabalho com o objetivo de analisar as variáveis climáticas urbanas, durante um determinado período, a partir do índice de confortos térmicos Humidex

(HU), específico para ambientes abertos. Obteve-se como resultado o apontamento da existência de desconforto térmico para as localidades escolhidas, de forma que apresentaram valores nas extremidades opostas, discordando da condição de apresentarem características geográficas e climáticas parecidas.

PALAVRAS-CHAVE: Humidex, Variáveis Meteorológicas, Temperatura, Umidade.

ANALYSIS OF HUMAN THERMAL COMFORT FOR SÃO PAULO/SP AND ERECHIM/RS USING DAILY DATA FOR SUMMER 2018/2019

ABSTRACT: Level of thermal comfort and its spatial variations are studied in this paper, in order to analyze the urban climatic variables during a given period, through the Index of Thermal Comforts Humidex (HU), that is specific for open areas. Results point to the existence of thermal stress for the selected towns, so that they showed results at the contrary border, being different from the conditions: to show similar geographical and climatic characteristics.

KEYWORDS: Humidex, Meteorological Variables, Temperature, Humidity.

1 | INTRODUÇÃO

A investigação geográfica é de grande importância, não somente para descrever os fenômenos naturais e sociais, mas também para avaliar os impactos da interação entre homens e natureza, bem como auxiliar nas tomadas de decisões que permitam o uso adequado dos

recursos disponíveis (ANDRADE, 1987).

Nesse contexto, segundo Fanger (1970), o conforto térmico pode ser explicado como uma condição da mente de um indivíduo que expressa sua satisfação com o ambiente termicamente. Dessa forma, essa satisfação pode ter sua análise baseada nas trocas térmicas dependentes e influenciadas por diversos fatores em função de processos físicos, podendo eles serem tanto ambientais, quanto pessoais.

Tratando do conforto térmico e da Climatologia Geográfica, ressalta-se a sua importância quanto aos estudos das interações da atmosfera com os demais sistemas naturais e sociais (NUNES, 2005). Os problemas recorrentes nas cidades com grande desenvolvimento urbano, tais como as dificuldades de se obter condições ou sensações térmicas confortáveis, muitas vezes, promovem outras problemáticas como, por exemplo, o aumento no consumo de energia para amenizar tais desconfortos com o auxílio do resfriamento ou aquecimento do ambiente, ambos artificialmente. No Brasil, o estudo do conforto térmico pela Climatologia Urbana tem confirmado essa e outras questões em cidades com diferentes configurações climáticas (SOUZA, 2013). Ainda nesse contexto, dentre as diversas atividades humanas que podem ser capazes de provocar alteração meteorológica na micro e meso escala, a urbanização apresenta-se como uma das mais impactantes (MAITELLI, 1991; GOLDRICH, 1992; JÁUREGUI, 1992). As alterações provocadas pelo processo de urbanização modificam, significativamente, as características ecológicas do meio urbano, principalmente, em cidades onde o crescimento se processa de maneira desordenada e sem um planejamento adequado (SANTOS *et al.*, 2012; GARTLAND, 2010).

Diariamente vemos a influência do ser humano no clima, e em consequência a isso, há a resposta do clima a esse fato. Em concordância a isso, a sociedade tem forte influência em grau global, tendo em vista que o homem, nos últimos séculos, vem se adaptando às mudanças no clima provocadas por fontes antropogênicas. Apesar disso, a análise do índice de conforto térmico se torna possível quando a temperatura e a umidade relativa são levadas em consideração, variáveis essas que, quando colocadas em um cálculo, é possível analisar tal índice para uma dada região. O conceito de conforto térmico, segundo Bogo *et al.* (1994), relaciona a resposta por parte do homem às condições do ambiente no qual o mesmo se insere, de modo a mensurar o quão sensível é o homem em relação às variáveis meteorológicas. A saúde, a energia e o conforto dos seres humanos são afetados mais pelo clima do que por qualquer outro componente do meio ambiente (CRITCHFIELD, 1974 *apud* AYOADE, 1991).

Para a realização do atual trabalho, a escolha das localidades baseou-se na busca de duas cidades com altitudes aproximadas, porém com características climáticas e urbanas diferentes. Assim, São Paulo/SP e Erechim/RS se mostraram ideais para tal, já que se retratam sem influência costeira, além das suas características distintas como população, nível de urbanização e climatologia. E, considerando os fatos citados sobre as mudanças

ocasionadas pelo homem, uma das áreas mais afetadas são as cidades. Essas, citadas por último, têm se tornado alvo das mais “violentas” práticas que modificam a paisagem em função da ação do homem. Exemplo disso é a formação de sistemas como as ilhas de calor, que promovem vários agravamentos na saúde da população que se vê em um ambiente com a presença desse tipo de acontecimento, acarretando principalmente em doenças respiratórias (NÓBREGA et. al., 2009).

Sendo assim, esse trabalho objetivou escolher duas cidades brasileiras e aplicar a elas o índice Humidex, a fim de identificar o nível de conforto térmico e compará-las em um confronto para analisar a influência geográfica e urbana nas mudanças do conforto térmico. Tendo em vista que os espaços urbanos abertos contribuem de forma positiva para a saúde humana e o bem-estar e levam a um importante contributo para o conforto térmico humano em espaços exteriores (GEORGI; DIMITRIOU, 2010).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O material útil na obtenção dos resultados desse trabalho, refere-se às estações meteorológicas das cidades de São Paulo/SP e Erechim/RS. São Paulo está localizada na região Sudeste do Brasil (Figura 1), sendo capital do estado de mesmo nome e possuindo uma área territorial e população estimada em 1.521,110 km² e 12.325.232 habitantes, respectivamente, para o ano de 2020, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021). Referindo-se à altitude da estação meteorológica, tem-se o valor de 785,16 m. E, conforme a classificação climática de Köppen, apresenta um clima do tipo *Cwa*, em conformidade com a figura 3, que apresenta um clima subtropical úmido com inverno seco e verão quente. Erechim é uma cidade localizada ao norte do Rio Grande do Sul (Figura 1), região do Alto Uruguai, com área territorial estimada em 429,164 km², e população estimada em 106.636 habitantes segundo o IBGE, em 2020. Tendo a plataforma de coleta de dados localizada a 777,06 m acima do nível do mar. Seguindo a classificação de Köppen, Erechim possui um clima do tipo *Cfa*, caracterizando um clima subtropical úmido, sem estações secas e com verão quente.



Figura 1 Localização das cidades de São Paulo-SP e Erechim-RS em relação ao Brasil

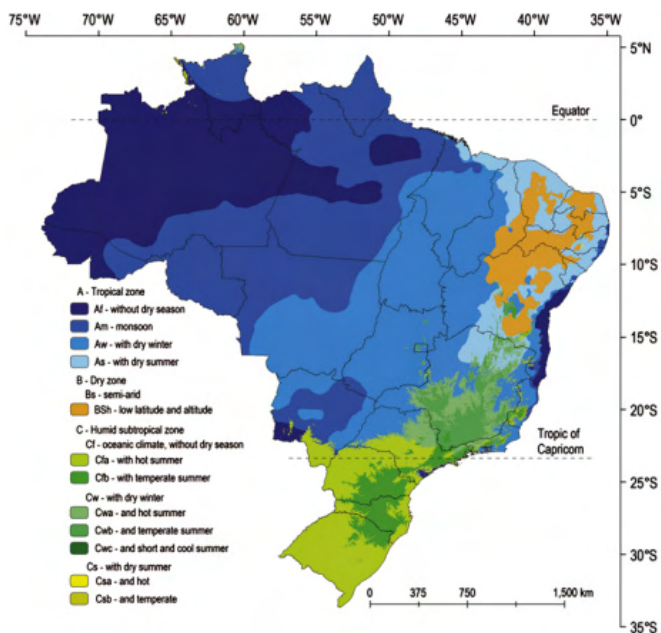


Figura 2 Classificação Climática de Köppen (ALVARES et. al, 2014)

Os dados estudados referem-se a 90 observações diárias de Temperatura Média do Ar (°C) e Umidade Relativa do Ar (%), somente para o período entre dezembro/2018 e fevereiro/2019 (verão Austral), adotados do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e

Pesquisa (BDMEP), do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). As observações foram coletadas através de estações meteorológicas automáticas, sem apresentar ausência de dados para o período selecionado.

Para iniciar esse trabalho, realizou-se uma análise visual dos dados a fim de identificar ausências e/ou falhas nas observações. Visto que não houve problemas visuais, prosseguiu-se com a importação para o *Software R* - linguagem e ambiente para análise, manipulação e visualização de dados - onde organizou-se os dados de maneira estocástica.

Em seguida, foi aplicado o método estatístico de Kolmogorov-Smirnov (KOLMOGOROV, 1956; SMIRNOV, 1948) para a obtenção do teste da normalidade, e o método de Pettitt (1979) com a finalidade de verificar a tendência da série.

2.1 Kolmogorov-Smirnov

O teste de Kolmogorov-Smirnov baseia-se na distribuição *t-student*, sendo a hipótese nula (H_0): os dados seguem uma distribuição normal; e a hipótese alternativa (H_1): os dados não seguem uma distribuição normal. Esse teste observa a máxima diferença absoluta da função de distribuição acumulada dos dados para um dado nível de significância α - neste trabalho foi empregado o valor de 0.05 para α - e a função de distribuição empírica dos dados.

Conforme Cargnelutti Filho et al. (2004) os testes de aderência, como o Kolmogorov-Smirnov, amplamente utilizado (ASSIS *et al.*, 1996), servem para comparar as probabilidades empíricas de uma variável com as probabilidades teóricas estimadas pela função de distribuição em teste, verificando se os valores da amostra podem razoavelmente ser considerados como provenientes de uma população com aquela distribuição teórica.

O teste de Kolmogorov-Smirnov testa a normalidade a partir de média e desvio-padrão fornecidos referentes aos dados, e é aplicável mesmo no caso de amostras muito pequenas. De acordo com Lilliefors (1967), para a distribuição normal, a utilização dos pontos críticos usuais desenvolvidos para o teste Kolmogorov-Smirnov fornece resultados extremamente conservadores. Isso explica o porquê do teste não ter a flexibilidade de permitir a estimação de parâmetros a partir dos dados, e também não poder ser aplicado quando os dados são discretos ou contínuos. Dessa forma, esse teste pressupõe a continuidade da função de distribuição, o que resulta em uma análise mais refinada dos dados, e finda sendo conservador à medida em que tende a aceitar H_0 .

2.2 Pettitt

O teste de Pettitt (PETTITT, 1979; MORAES et al. 1995) verifica se duas amostras são da mesma população. A estatística faz uma contagem do número de vezes que um membro da primeira amostra é maior que o membro da segunda.

A identificação de tendência em séries históricas pode ser feita por meio de análise estatística, sendo o teste de Pettitt (PETTITT, 1979) um dos mais utilizados. Esse teste

não paramétrico permite confirmar a estacionariedade da série, ou seja, excetuando as flutuações aleatórias, se as observações são invariantes com relação à cronologia de suas ocorrências. Com isso, o objetivo dessa etapa do trabalho foi analisar a tendência da série de dados escolhida, através desse teste estatístico não paramétrico, de forma que, as informações obtidas foram utilizadas para a análise do índice de conforto térmico como propõe o trabalho, podendo esses resultados serem incorporados em estudos relacionados com o conforto térmico humano.

Para tal análise, foi empregado o índice Humidex (HU) de Conforto Térmico proposto por Masterton e Richardson (1979), aplicado através da equação 1:

$$HU = Tar + (0,5555) (e - 10) \quad \text{Eq. 1}$$

Onde: Tar refere-se à Temperatura Média do Ar (°C); e = P é relativo à Pressão de Vapor de Saturação da Água em hPa, e é dada pela equação 2 desenvolvida por TETENS (1930):

$$P = 0,61078 \exp ((17,27 T) / (t + 237,3)) \quad \text{Eq. 2}$$

Na equação 2, T é equivalente à Temperatura Média do Ar (°C).

Por fim, recorreu-se à Temperatura Equivalente Percebida (TEP) proposta por Monteiro e Alucci (2010), a fim de classificar o nível de conforto térmico para as regiões escolhidas. Padrão referente ao quadro 1.

TEP (°C)	Sensação
> 42,4	Muito Calor
34,9 ~ 42,4	Calor
27,3 ~ 34,8	Pouco Calor
19,6 ~ 27,2	Neutralidade
12,0 ~ 19,5	Pouco Frio
4,4 ~ 11,9	Frio
< 4,4	Muito Frio

Quadro 1: Faixas de interpretação do conforto térmico percebido

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

As Figuras 3 e 4 referem-se aos histogramas dos dados resultantes do cálculo do Índice Humidex, em comunhão com a classificação da TEP para definir o limite entre os parâmetros de conforto de São Paulo e Erechim, respectivamente. As linhas verticais

representam os limites para os valores das classificações baseados no Quadro 1, ou seja, o campo referente à categoria de cada dado se considera a partir delas. Por exemplo, o campo de neutralidade se estende desde a linha verde até a amarela para a figura 4.

Nos dois cenários apresentados, os histogramas não são classificados no tipo geral (simétrico ou em forma de sino). Segundo Kume (1997), para histogramas de distribuição normal, o valor médio está no meio da amplitude dos dados, com decrescimento gradual para os extremos e com forma tendendo a serem simétricas, características não encontradas no histograma para ambas as cidades.

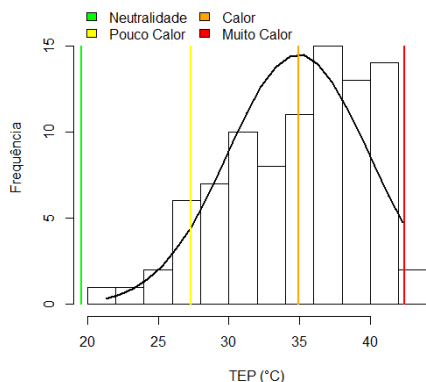


Figura 3 Histograma para a cidade de São Paulo/SP do Índice Humidex

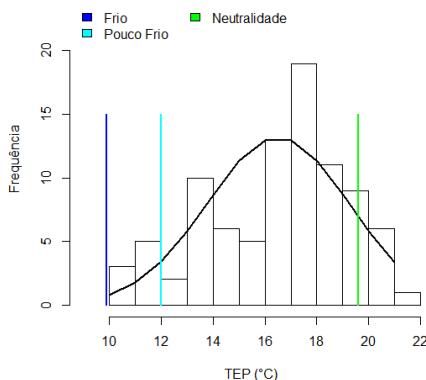


Figura 4 Histograma para a cidade de Erechim/RS do Índice Humidex

Analisando a Figura 3 observa-se uma concentração dos dados próximos aos valores considerados como “Calor”, onde seu ponto máximo de frequência é de 15 observações de acordo com o eixo vertical, mais notadamente no intervalo entre 36°C e 38°C. Enquanto que, na Figura 4, os valores concentram-se no campo referente a “Pouco Frio”, mais especificamente entre 17°C e 18°C, e tem o valor máximo de frequência igual a 19.

Boxplot é um gráfico útil na avaliação da distribuição empírica dos dados. Além de ser formado pelos primeiro e terceiro quartil, apresenta também a mediana. Dessa forma, se mostra de grande utilidade para esse tipo de análise, pois pode ser utilizado para uma comparação visual entre dois ou mais grupos, como proposto pelo trabalho.

Aplicando os resultados do cálculo de conforto térmico para as áreas de estudo e colocando-os lado a lado, foi possível fazer uma comparação entre suas respectivas variabilidades, medianas e etc. As linhas horizontais vermelha, laranja, amarela, verde, ciano e azul representam os limites dos indicativos do conforto térmico de “Muito Calor”, “Calor”, “Pouco Calor”, “Neutralidade”, “Pouco Frio” e “Frio”, consecutivamente, baseadas no Quadro 1.

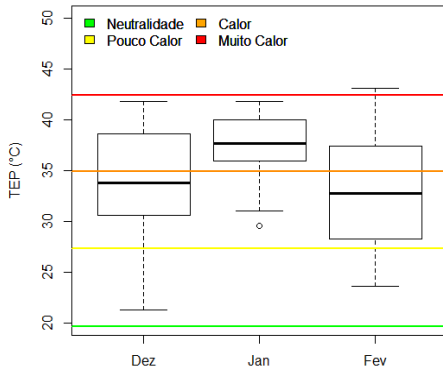


Figura 5 Boxplot para a cidade de São Paulo/SP do Índice Humidex

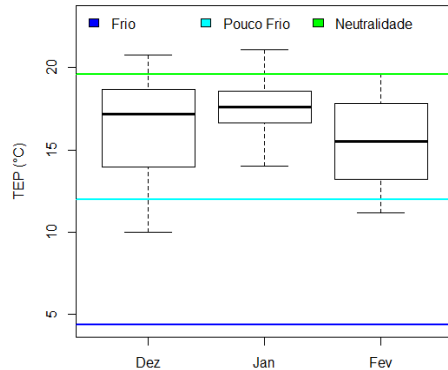


Figura 6 Boxplot para a cidade de Erechim/RS do Índice Humidex

As Figuras 5 e 6 referem-se aos boxplots na seguinte ordem: São Paulo e Erechim. Seguindo esse critério, temos para a Figura 5 uma maior concentração dos valores nas margens “Calor” e “Pouco Calor”, de forma que, Dezembro e Fevereiro apresentam a mediana no campo de “Pouco Calor”, enquanto que apenas Janeiro apresentou a mediana na zona de “Calor”, de modo que, desde o primeiro quartil até o limite superior, Janeiro se limita apenas a essa mesma zona, isso é explicado por esse mês possuir uma pequena dispersão dos dados, o que também justifica a aparição de um único ponto atípico. Vale salientar que apenas o mês de Fevereiro ultrapassou o limite de “Calor”, com alguns dados margeando a zona de “Muito Calor”.

Erechim, que tem seu boxplot como Figura 6, apresenta pouca dispersão dos dados no mês de Janeiro, diferente de Dezembro e Fevereiro, os quais apresentam uma variabilidade menos branda, apesar dos 3 meses concentrarem suas frequências no campo de “Pouco frio”, juntamente com suas medianas. E apesar da classificação climática de Köppen indicar uma região com verão quente, Dezembro e Fevereiro apresentaram observações dentre os valores que demonstram desconforto por “Frio”, da mesma forma que nenhum mês apresentou caracterização de desconforto por “Pouco Calor” ou pelos termos agravantes. Foram poucos os dias com condição de conforto térmico (neutralidade), apenas alguns dias em Dezembro e Janeiro, e no mês de Fevereiro apenas no valor do limite superior.

Para as duas cidades o mês de Janeiro apresentou características de variabilidade parecida, com pequena dispersão dos dados. Porém com os índices de conforto térmico opostos. Da mesma forma, ambas as cidades apresentaram mais valores recorrentes a desconforto térmico do que a conforto, tendo São Paulo apresentado desconforto por “Calor” enquanto que as medições do município de Erechim indicaram que o desconforto ocorreu por “Frio” e suas subcategorias.

4 | CONCLUSÃO

Como citado anteriormente, ambas as localidades analisadas possuem altitudes aproximadas e também são consideradas subtropicais. Porém, as classificações climáticas possuem características distintas, mesmo as duas possuindo verões quentes. Nesse cenário, por se tratar de dados restritos apenas ao período de verão, esperou-se que as duas cidades apresentassem altos valores de Temperatura Equivalente Percebida. No entanto, apenas São Paulo apresentou tal característica. Isso não implica dizer que o desconforto térmico não ocorreu, de outro modo: ocorreu nas duas cidades e de formas opostas. Ou seja, o que era esperado valores altos e parecidos de TEP, Erechim demonstrou quebra das expectativas.

REFERÊNCIAS

ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ASSIS, F.N.; ARRUDA, H.V. de; PEREIRA, A.R. 1996. Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática. UFPel, Pelotas, 161p.

AYOADE, J. O. Introdução à Climatologia para os Trópicos. Editora Bertrand Brasil, 3ª Edição, 1991.

BRASIL, Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). Disponível em: <<https://bdmep.inmet.gov.br>>. Acesso em: 11 Abr 2021.

BOGO A, PIETROBON CE et al. Biometeorologia aplicada ao projeto de edificações visando o conforto térmico. Relatório Interno - Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). 1994.

CARGNELUTTI FILHO, A.; MATZENAUER, R.; TRINDADE, J.K. da. 2004. Ajustes de funções de distribuição de probabilidade à radiação solar global no Estado do Rio Grande do Sul. Pesquisa Agropecuária Brasileira 39, 1157-1166.

DA COSTA1 JOÃO, Antonio Carlos Lôla et al. Índices de conforto térmico e suas variações sazonais em cidades de diferentes dimensões na Região Amazônica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 03, p. 478-487, 2013.

DE SOUZA, Débora Moreira; NERY, Jonas Teixeira. O conforto térmico na perspectiva da climatologia geográfica. **Geografia (Londrina)**, v. 21, n. 2, p. 65-83, 2013.

DOS SANTOS, Juliete Baraúna; AMORIM, Ricardo FC; CAVALCANTE, Laiane PA. Análise do conforto térmico humano no município de Arapiraca–Alagoas, utilizando Software MATLAB. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, p. 939-948, 2014.

FANGER, P. O. 1970. Thermal Comfort. Copenhagen: Danish Technical Press. Technical University of Denmark, Laboratory of heating and Air Conditioning.

GARTLAND, L. (2010). Ilhas de Calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo-SP, Ed. Oficina de Textos, p.248

GEORGI, J. N.; DIMITRIOU, D., The contribution of urban green spaces to the improvement of environment in cities: Case study of Chania, Greece, **Building and Environment**, Volume 45, Issue 6, June 2010, Pages 1401-1414. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132309003564>>.

GOLDREICH, Y. (1992). Urban climate studies in Johannesburg, A sub-Tropical city located on a ridge - A review. **Atmospheric Environment**, v. 26B, n. 3, p. 407-420.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Portal cidades: Mapa do estado do Rio Grande do Sul com destaque para o município de Erechim. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/erechim.html>> Acesso em: 30 Out 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Portal cidades: Mapa do estado de São Paulo com destaque para o município de São Paulo. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/sao-paulo.html>> Acesso em: 31 Out 2021.

JAUREGUI, O. E. (1992). Aspects of heat-island development in Guadalajara, Mexico. **Atmospheric Environment**, v.26B, n.3, p. 391- 396.

KUME, Hitoshi. Métodos Estatísticos para Melhoria da Qualidade. 11. ed. São Paulo: Gente, 1993. 245 p

LILLIEFORS, Hubert W. On the Kolmogorov-Smirnov Test for Normality with Mean and Variance Unknown. **American Statistical Association**, 2012. Disponível em: <<https://amstat.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01621459.1967.10482916#.YFJnNtqSnIW>> .

MAITELLI, G. T.; ZAMPARONI, C. A. P. G.; LOMBARDO, M. A. (1991). Ilha de calor em Cuiabá-MT: Uma abordagem de clima urbano. In: Encontro Nacional de Estudos sobre Meio Ambiente, 3, Londrina-PR, comunicações, p.561-571, 1991, Londrina - PR.

MORAES, J. M.; PELLEGRINO, G.; BALLESTER, M. V.; MARTINELLI, L. A.; VICTORIA, R. L. Estudo preliminar da evolução temporal dos componentes do ciclo hidrológico da bacia do Rio Piracicaba. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 11.; SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA, 2., 1995, Recife. Anais... Recife : Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1995. p. 27-32.

NICK, Leticia Moreira; NEDEL, Anderson Spohr. Análise do Conforto Térmico Humano ao Longo do Verão na Cidade de Pelotas/RS e a Relação com Condições Meteorológicas Extremas. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**. Rio de Janeiro, 2018.

NUNES, L. H. Interações entre a Atmosfera e a Sociedade: em busca de novas perspectivas, Geografia, Rio Claro, v. 30, n. 1, p. 199-208, 2005.

NÓBREGA, R. S; VITAL, L. A. B. Influência da Urbanização sobre o Microclima de Recife e Formação de Ilha de Calor. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol. 3, no. 3, 2010.

PETTITT, A. N. A Non-Parametric Approach to the Change-Point Problem. Applied Statistics, v. 28, n. 2, p. 126-135, 1979. <<http://www.jstor.org/stable/2346729>> .

R Development Core Team (2009). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <<http://www.R-project.org>>

SANTOS, K. P. C; CUNHA, A. C; COSTA, A. C. L; E SOUZA, E. B. (2012). Índices de tendências climáticas associadas à “ilha de calor” em Macapá (1968-2010). **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v.19, n.3, p.325-336.

SOUZA, D. M. Clima urbano no planejamento do município de Ourinhos - SP. 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas

ANÁLISE DAS EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂) PARA A CIDADE DE PORTO VELHO, RONDÔNIA, BRASIL

Data de aceite: 01/06/2022

Pericles Vale Alves

Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo
<https://orcid.org/0000-0001-6557-4011>

Luiz Octávio Fabrício dos Santos

Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso
<https://orcid.org/0000-0003-4171-1194>

Altemar Lopes Pedreira Junior

Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso
<https://orcid.org/0000-0001-6852-9224>

Carlos Alexandre Santos Querino

Professor na Universidade Federal do Amazonas, Humaitá, Amazonas
<https://orcid.org/0000-0001-5928-9310>

Vandoir Bourscheidt

Professor na Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo
<https://orcid.org/0000-0001-5419-323X>

RESUMO: Políticas estratégicas vêm sendo elaboradas por todo o mundo, visando mitigar as mudanças climáticas, as quais as emissões de dióxido de carbono (CO₂) respondem parcialmente. Logo, objetivou-se neste trabalho, analisar as emissões totais de CO₂ para a cidade de Porto Velho, Rondônia, Brasil devido

a mudança de uso da terra e de floresta (MUTF), geração de energia e agropecuária. Os dados foram coletados entre 2000 e 2018 no Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa. Empregou-se gráficos de barras para análise da dinâmica das emissões de CO₂ de cada setor. Utilizou-se o teste não paramétrico de Mann-Kendall ($\alpha=0,05$) para verificar tendências nas distribuições das emissões de CO₂ de cada setor. As maiores emissões de CO₂ para Porto velho foram decorrentes da MUTF e da energia (da ordem de Mt), respectivamente. A agropecuária foi o setor que menos emitiu CO₂ (da ordem de kt). Por outro lado, dos três setores, a agropecuária foi o único setor que apresentou tendência de crescimento significativa (valor- $p<0,05$). As contribuições de CO₂ de Porto Velho, contabilizaram 22,7 ± 8,8 % (MUTF), 3,1 ± 1,7 % (agropecuária) e 37,1 ± 5,1 % (energia) das emissões de CO₂ de todo o estado. Portanto, este trabalho consolida informações relevantes acerca das emissões de CO₂ de Porto Velho e, assim, subsidia a tomada de decisões, planejamento e a implementação de políticas públicas para uma economia de baixo carbono eficiente.

PALAVRAS-CHAVE: Desmatamento; Energia; Agropecuária.

ANALYSIS OF CARBON DIOXIDE (CO₂) EMISSIONS FOR THE CITY OF PORTO VELHO, RONDÔNIA, BRAZIL

ABSTRACT: Strategic policies are being developed around the world to mitigate climate change, to which carbon dioxide (CO₂) emissions

partially respond. Therefore, the objective of this work was to analyze the total CO₂ emissions for the city of Porto Velho, Rondônia, Brazil due to land use change and forestry (LULUCF), energy generation, and agriculture and cattle ranching. The data was collected between 2000 and 2018 in the Greenhouse Gas Emissions Estimating System. Bar charts were used to analyze the dynamics of CO₂ emissions for each sector. The non-parametric Mann-Kendall test ($\alpha=0.05$) was used to check for trends in the distributions of CO₂ emissions from each sector. The largest CO₂ emissions for Porto Velho were from the MUTF and energy (on the order of Mt), respectively. Agriculture and cattle ranching was the sector that emitted the least CO₂ (on the order of kt). On the other hand, of the three sectors, agriculture and cattle ranching was the only sector that showed a significant growth trend (p -value <0.05). The CO₂ contributions of Porto Velho, accounted for $22.7 \pm 8.8\%$ (MUTF), $3.1 \pm 1.7\%$ (agriculture and cattle ranching) and $37.1 \pm 5.1\%$ (energy) of the CO₂ emissions of the entire state. Therefore, this work consolidates relevant information about CO₂ emissions in Porto Velho and thus subsidizes decision making, planning and the implementation of public policies for an efficient low carbon economy.

KEYWORDS: Logging; Energy; Agricultural.

INTRODUÇÃO

A Amazônia Legal Brasileira (ALB), com uma área de 5.217.423 km², representa em torno de 60 % do território nacional (CARVALHO; DOMIGUES, 2016). Ela agrega, além do bioma Amazônico, cerca de 20 % do Bioma Cerrado e parte do Pantanal Matogrossense. A ALB é considerada um dos principais provedores de serviços ecossistêmicos (NEVES et al., 2020), onde além de garantir a permanência e movimentação da biodiversidade, é responsável pelo sequestro de carbono, umidade, regulação e qualidade hídrica, conservação do solo e controle climático (FOLEY et al., 2007; KEMPPINEN et al., 2020; LIMA et al., 2014; MELLO et al., 2017; NUNES et al., 2020; RÖDIG et al., 2018). Contudo, a floresta amazônica vem ao longo dos anos diminuindo sua capacidade em retirar CO₂ (dióxido de carbono) da atmosfera terrestre.

Dentre os Gases de Efeito Estufa (GEE) [CO₂, CH₄, NO₂, CFCs, O₃, vapor de água, HFC, PFC e SF₆], o CO₂ é o principal responsável pelo aumento do Efeito Estufa (EE) (BOYSEN et al., 2017). O aumento das concentrações atmosféricas dos GEE altera o balanço energético terrestre e controla os fluxos das radiações de ondas curta e longa (FRÖLICHER et al., 2018). As emissões de CO₂ estão vinculadas, dentre vários fatores, ao crescimento econômico e populacional da região (GOUJON, 2019), bem como a diversos aspectos como a conversão da vegetação nativa por áreas de plantio, pastagem ou construção de espaços habitacionais (BORELLA et al., 2018) e do setor de energia elétrica impulsionado pela queima de combustíveis fósseis (ARRUDA, 2018).

De acordo com dados do Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG), as maiores emissões de CO₂ no Brasil são resultantes, principalmente, da mudança de uso da terra e de florestas (MUTF), seguido dos setores energético e

agropecuária, nesta ordem (SEEG, 2019). Mais especificamente, o Brasil emitiu cerca 1.977 Mt de CO₂ em 2003, 553 Mt em 2010 e 901 Mt em 2019, provenientes da MUTF. Enquanto o setor de geração de Energia emitiu CO₂ numa tendência visualmente crescente, com valor de máxima emissão registrada em 2014 (454 Mt de CO₂). Nos anos seguintes, aparentemente, este setor passa a emitir numa tendência de decrescimento suave, onde em 2019 registrou emissão de 384 Mt de CO₂, aproximadamente. Outro setor que contribuiu para as emissões de CO₂, está relacionado a agropecuária, que apesar de pequenas oscilações entre 1990 e 2019, exibe um comportamento de crescimento nas taxas de emissão de CO₂ (SEEG, 2019). No cenário global, as emissões totais de CO₂ do Brasil ainda são baixas, mas deixam o país entre os dez maiores emissores de CO₂ do mundo (WRI, 2016).

De fato, das emissões totais mundiais de CO₂ em 2018 (33.513,3 Mt de CO₂), segundo dados do IEA (*International Energy Agency*), o Brasil contribuiu com apenas 1,2%. Quando comparadas com os anos de 2017 e 2016, verifica-se que as emissões totais mundiais de CO₂ em 2018, representaram aumentos de 2 e 3,4 %, respectivamente (IEA, 2021). Do ponto de vista histórico, as concentrações atmosféricas de CO₂ aumentaram em mais de 40 % desde o início da Revolução Industrial, passando de 280 ppm (partes por milhão) em 1800 para 400 ppm, atualmente. Esses aumentos têm motivado esforços internacionais como o Protocolo de Kyoto, o Acordo de Paris sobre as mudanças climáticas, dentre outras mobilizações para mitigar os efeitos negativos do EE acentuado (KWEKU et al., 2017).

No Acordo de Paris, por exemplo, foi exigido que todas as partes signatárias empreendessem seus melhores esforços por meio de “Contribuições Nacionalmente Determinadas” ou NDC (*Nationally Determined Contributions*), para a redução das emissões oriundas da queima de combustíveis fósseis e alterações no uso do solo (CRIPPA et al., 2020; VITAL, 2018). O Brasil, mesmo apresentando baixas emissões de CO₂, comparadas às da China e dos EUA (IEA, 2021), por exemplo, ratificou o Acordo de Paris (BRASIL, 2015), evidenciando a necessidade de esforços coletivos para que as metas do acordo sejam atingidas (ONU, 2015). A NDC brasileira almeja reduzir 43 % do seu nível de emissão de 2005 até 2030. Para esta finalidade, a NDC incorpora em seu texto a Política Nacional sobre Mudança do Clima¹; o Código Florestal²; o Sistema Nacional de Unidades de Conservação³; a Política Nacional de Resíduos Sólidos⁴; o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura e o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de

1 Lei 12.187, de 29 de dezembro de 2009.

2 Lei 12.651, de 25 de maio de 2012.

3 Lei 9.985, de 18 de julho de 2000.

4 Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010.

Carbono (Plano ABC)⁵.

Além disso, o Brasil pretende ainda, até 2030, elevar em 18 % a participação de bioenergia na matriz energética brasileira; fortalecer a aplicação do Código Florestal nas esferas municipal, estadual e federal; reforçar as políticas e ações que impliquem na redução/erradicação do desmatamento ilegal na ALB, em até 2030; dentre outros (VITAL, 2018). O desmatamento na região ocorre, sumariamente, no chamado “arco do desmatamento”, o qual concebe áreas dos estados do Mato Grosso e do Pará, regiões do Maranhão, de Tocantins, do Amazonas, do Acre e de Rondônia. Mais especificamente, o “arco do desmatamento” é composto pelo sudeste do Maranhão, norte do Mato Grosso, norte do Tocantins, sul do Pará, sudeste do Acre, sul do Amazonas e norte de Rondônia (CARVALHO; DOMIGUES, 2016; FERREIRA; SALATI, 2005).

Rondônia é o estado brasileiro cuja capital, Porto Velho, é a maior em extensão territorial (34.082.366 km²) (IBGE, 2002). Na última década, em Porto Velho, o desmatamento vem exibindo aumentos consideráveis (DA SILVA et al., 2017), em virtude da urbanização no período pós-colonização e da implantação de mega construções, como usinas hidrelétricas (UHE) (MOURA et al., 2019). Apesar de a energia gerada pelas hidrelétricas ser uma opção mais em conta para produção em larga escala, ela implica em modificações na qualidade hídrica, realocação de pessoas, alterações na estrutura da população aquática, perda de patrimônio genético (flora e fauna), desestabilização das encostas e alterações climáticas, incluindo aquelas relacionadas à emissão de gases de efeito estufa (FEARNSIDE, 2014; MOURA et al., 2019).

Assim, o objetivo desse trabalho foi analisar as emissões totais de CO₂ para a cidade de Porto Velho, Rondônia, Brasil devido à mudança de uso da terra e de floresta (MUTF), à geração de energia e à agropecuária.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da Área de Estudo

O estudo foi realizado no município de Porto Velho, no estado de Rondônia (Figura 1). Porto Velho tem população de 428.527 habitantes, área de aproximadamente 34.090,952 km² e densidade populacional de 12,57 hab·km⁻² (IBGE, 2010). O clima da região é Am, ou seja, clima de monção com dois períodos hidrológicos, a saber, um seco com curta duração e um chuvoso com chuvas intensas com maior extensão temporal. O período seco ocorre de junho a agosto e o chuvoso de outubro a abril. Nos meses de maio e setembro ocorrem as transições entre estes períodos (DA SILVA et al., 2018; SANTOS NETO et al., 2014). A temperatura média anual do ar é de 25,5 °C e a umidade relativa do ar é de 84 % (DA SILVA et al., 2017, 2018).

⁵ Decreto 7.390, de 9 de dezembro de 2010.

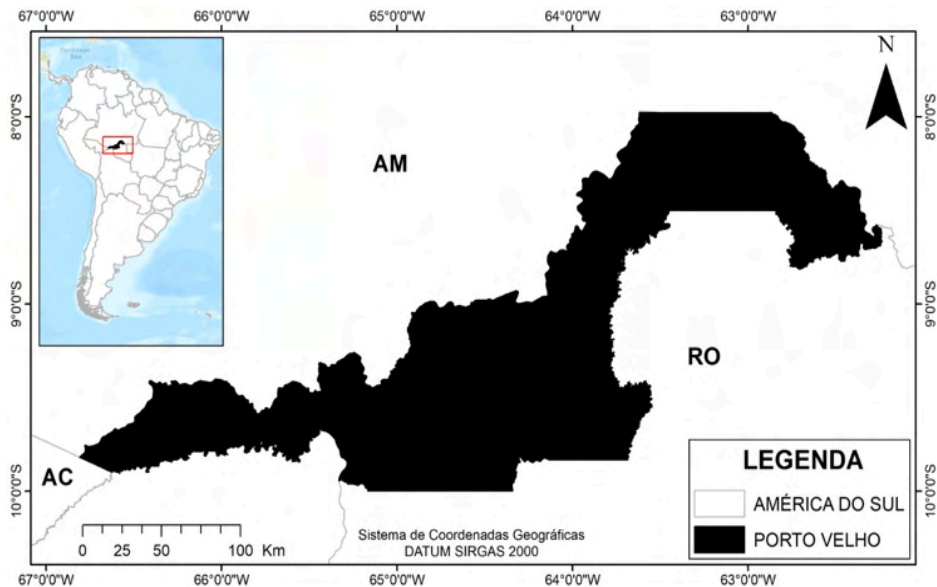


Figura 1: Localização da área de estudo.

Aquisição dos Dados

As estimativas de emissões totais de CO₂ foram obtidos na Plataforma do SEEG⁶, sendo consideradas entre 2000 e 2018 e classificadas de acordo com os setores de MUTF, agropecuária e energia (AZEVEDO et al., 2018). As estimativas do SEEG, englobam as emissões de GEE no Brasil e em cada um dos estados e distrito federal. Estas, são feitas para todos os setores desde 1970 até 2019, com exceção da MUTF, que abrange o período de 1990 a 2019 (SEEG, 2019). O SEEG disponibiliza as notas metodológicas⁷ com informações pormenorizadas acerca das estimativas e descrição de cada setor.

As estimativas das emissões de GEE da agropecuária envolvem as atividades de produção agrícolas perenes e não perenes, bem como a criação e a produção animal que inclui bovinos, galináceos, caprinos, bubalinos, muares, entre outros. Além disso, toda atividade vinculada à fertilização nitrogenada do solo e solos orgânicos também estão inseridas na metodologia de estimativas. Por fim, o uso de calcário em solos agrícolas (calagem), da torta de filtro (resíduo da cana para a produção açúcar e etanol) e a decomposição do carbono no solo que acarreta a mineralização de nitrogênio foram incluídos nas estimativas de emissão de GEE para a agropecuária (SEEG, 2021a).

Para o setor de MUTF, as emissões brutas e líquidas de GEE estão vinculadas aos processos de mudanças dos estoques de biomassa e matéria orgânica presentes acima e abaixo do solo, além de emissões por queima de resíduos florestais (SEEG, 2021b).

⁶ http://plataforma.seeg.eco.br/total_emission#

⁷ <http://seeg.eco.br/notas-metodologicas>

As estimativas para o setor de energia, considera atividades geradoras de emissões, as quais abrangem a exploração e extração de fontes primárias de energia; a conversão de fontes primárias em secundárias (refinarias de petróleo, unidades produtoras de biocombustíveis, centrais de geração de energia elétrica etc.) e o uso final de energia, sejam elas em aplicações dinâmicas ou estacionárias (SEEG, 2021c).

Análise Estatística dos Dados

A dinâmica das emissões totais de CO₂ de cada setor foi apresentada em gráficos de barras. As tendências monotônicas dos valores das emissões de CO₂ foram calculadas através do teste não paramétrico de Mann-Kendall (MK) (MANN, 1957; KENDALL, 1975). Todas as análises foram elaboradas em linguagem de programação Python versão 3.7.10, considerando o nível de significância de 5% quando requerido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As emissões totais de CO₂ para a cidade de Porto Velho ocorreram em maior proporção para o setor de MUTF, seguida pelo setor de energia e, finalmente, pela agropecuária (Figura 2). Apesar de não haver a assinatura de qualquer tendência (valor-p > 0,05) nas emissões de CO₂ provenientes da MUTF, os valores observados são, necessariamente, robustos e, portanto, evidenciam que este setor contribui em larga escala nas emissões de CO₂. A agropecuária, por outro lado, assinala uma tendência de crescimento corroborada pelo teste de MK (valor-p < 0,05) (Figura 2B). Todavia, as emissões advindas da agropecuária revelam valores da ordem de quilotoneladas, os quais são muito menores quando comparadas às emissões da MUTF (da ordem de Mt). Apesar da agropecuária está relacionada diretamente com a MUTF pelo processo de desmatamento, os cálculos das emissões decorrentes do desmatamento estão contabilizados no setor da MUTF. O setor de energia, por sua vez, se destaca como o segundo setor que mais emite CO₂ dentre os três, mas que apesar dos valores, não figura nenhuma tendência (valor-p > 0,05). É claro que, independentemente do setor, a reunião conjunta das emissões destes setores, produz contribuições significativas para o efeito estufa (DAVIDSON et al, 2012).

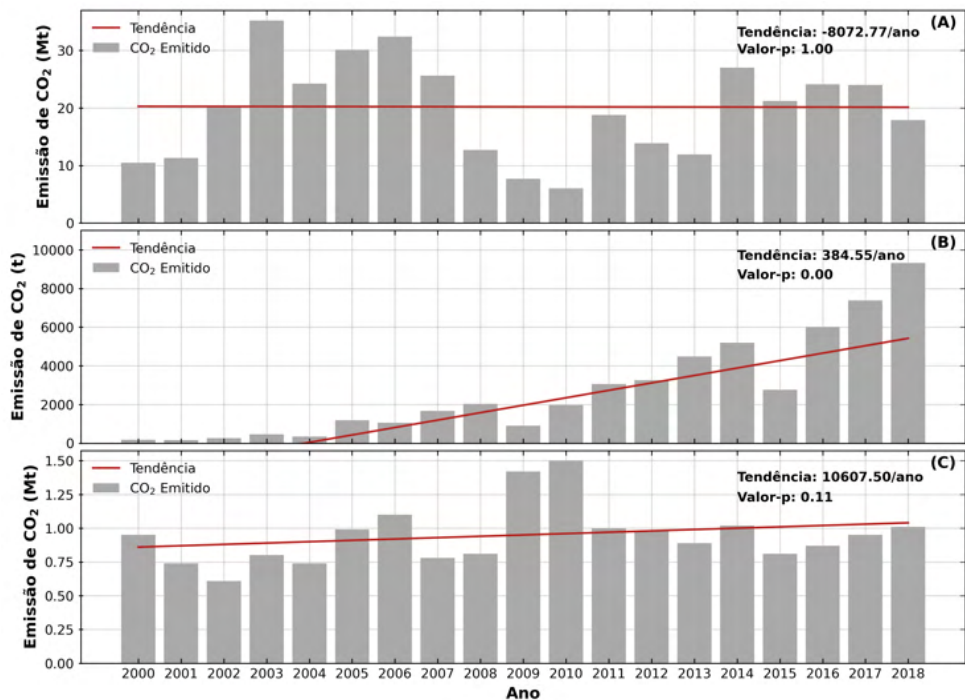


Figura 2: Emissões totais de CO₂ para Porto Velho provenientes da: (A) MUTF; (B) Agropecuária e (C) Energia.

Entre 2000 e 2005, o estado de Rondônia fomentou, neste período, as maiores frentes de desmatamento, onde os totais anuais desmatados sempre superaram os 2 mil km² (PRODES, 2019). No ano de 2004 com o ápice do desmatamento no estado (3.858 km²) e não somente, mas em toda a ALB (27.772 km²), inúmeras estratégias foram implementadas pelo governo federal em parceria com os governos estaduais e a participação da sociedade civil, visando frear o avanço do desmatamento na ALB. Dentre elas, destacam-se o Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) e de sistemas de monitoramento mensal por satélite (SAD, Deter), além da criação de novas áreas protegidas e a identificação dos municípios de desmatamento crítico (SILVA; BASTOS, 2020; NUNES et al, 2020; AZEVEDO et al., 2018). Dessa forma, com um rigor maior na fiscalização, a ALB apresentou uma diminuição nas taxas de desmatamento e, Porto Velho, entre 2008 e 2013, por exemplo, refletiu parte desse decréscimo (Figura 2B).

Segundo Silva; Bastos (2020), no período entre 2013 e 2018, do aumento anual de área desmatada em Rondônia, Porto Velho respondeu por um incremento de 1.529,2 km² e, portanto, em primeiro lugar no *ranking* de desmatamento do estado. Assim, as emissões de CO₂ pela MUTF são ligeiramente justificadas (Figura 2A). Vale ressaltar que não apenas as emissões de CO₂ surgem como ponto negativo, por exemplo, Moura et al., (2019) mostraram que a construção da usina hidrelétrica de Santo Antônio, a 7 km do centro de

Porto Velho, impulsionou mudanças na cobertura vegetal da região e, portanto, implicando diretamente em alterações no índice de Vegetação de Diferença Normalizada – NDVI, na temperatura da superfície, no albedo e, por consequência, na radiação líquida. Além disso, o desmatamento impulsionado por essa construção, instigou o deslocamento da população e novas estradas foram abertas (MOURA et al., 2019).

De modo geral, a desmatamento da ALB se dá por, pelo menos, três vetores conhecidos: exploração ilegal de madeira por madeireiras, exploração ilegal de madeira para a produção de carvão vegetal e, mais recentemente, a expansão das fronteiras agrícola e da pecuária (PAVÃO et al., 2016). Na realidade, nos últimos vinte anos, já é observado em toda a franja sul da floresta amazônica (sul do Amazonas e norte de Rondônia) sinais claros da expansão agropecuária (DUARTE et al., 2019).

As emissões de CO₂ pela agropecuária tem uma dinâmica crescente, apesar de ser, dentre os três analisados neste trabalho, o setor que menos emite CO₂ (Figura 2B). Esta tendência de crescimento pode estar ligeiramente vinculada aos aumentos da área e do número de estabelecimentos agropecuários. De fato, em 2006 Porto Velho detinha uma área de, aproximadamente, 409.662 hectares e 2.842 estabelecimentos. Estes valores saltaram para 778.218 hectares e 5.177 estabelecimentos em 2017 (IBGE, 2017; SILVA; MICHALSKI, 2020). Numa primeira aproximação, esses crescimentos entre 2006 e 2017 refletem 90 e 82 %, representando, portanto, incrementos médios anuais de 8,2 e 7,5 %, respectivamente.

Ainda na Figura 2B, a tendência de crescimento pode, ainda, ser entendida com um efeito secundário em decorrência do aumento do desmatamento onde as áreas desflorestadas passaram a ser exploradas para fins agropecuários. A tendência de estabilidade da MUTF ocorre por conta da abertura das áreas em décadas passadas, mas que ficaram subutilizadas, com isso os valores são praticamente os mesmos ao longo dos anos. Já na última década essas áreas passam a ser utilizadas pela Agropecuária, e a tendência de aumento aparece justamente em B.

No que concerne a ocupação da Amazonia, a literatura aponta que proprietários de terras de pequeno porte tiveram sua parcela de contribuição na expansão agrícola, mas que, posteriormente, foram substituídos por proprietários com poder de capitalização mais alto e, desta forma, ocuparam maiores áreas (SOUZA et al., 2013). Com isso, os pequenos agricultores foram, de certa maneira, compelidos a migrarem para novas áreas de ocupação, expandindo ainda mais as fronteiras de desmatamento (CARVALHO et al., 2016). A mecanização da agricultura para a produção de grãos (soja e milho), tem guiado a expansão da fronteira agrícola para às áreas de florestas (FEARNSIDE, 2005). Dessa forma, a agricultura tem uma taxa de expansão, aparentemente, maior que a pecuária e, portanto, a frente de desmatamento da fronteira agrícola se apresenta maior, em média, em duas vezes à área desmatada para pastagens (LAURENCE et al., 2004; MERTENS et al., 2006). Um ponto relevante a ser destacado, envolve a cadeia soja no agronegócio

no Brasil, esta arrenda, por exemplo, 12,70 % do PIB, 12,10 % dos empregos, 8,70 % das emissões de CO₂ e 9,80 % do consumo de energia (MONTROYA et al., 2019).

Em Porto Velho, o setor de energia não apresenta tendência estatisticamente significativa, mas representa o segundo setor que mais emite CO₂ com valores que variam de 0,95 Mt (2002) a 1,5 Mt (2010) (Figura 2C). Numa perspectiva mais geral, o estado de Rondônia, de acordo com os Anuários Estatísticos de Energia Elétrica dos anos de 2011, 2012 e 2019 elaborados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o número de consumidores (unidades) aumentou de 402.550 (2007) para 642.033 (2018) (EPE, 2011, 2012, 2019). Este aumento representa uma crescente de 59 % na demanda por energia elétrica em todo o estado. Porto Velho, sendo a capital e o município mais populoso de Rondônia, em teoria, deveria impor maiores valores relacionados a esta demanda, porém devido à escassez dessas informações na literatura, não se pode, ao certo, prejulgá-lo que a capital assumira maior parcela nesse aumento. De fato, até porque, não houve tendência de crescimento nas emissões de CO₂. Isto por sua vez, pode se justificar pela inserção de outras fontes de energia na matriz elétrica de Porto Velho, como por exemplo, a hidrelétrica de Santo Antônio (Moura et al., 2019).

Com respeito as contribuições de Porto Velho nas emissões totais de CO₂ do estado e, também do Rondônia nas emissões do Brasil, verifica-se que, em média, o setor de MUTF em Porto Velho, contribuiu com, aproximadamente, 22,7 ± 8,8 %; 3,1 ± 1,7 % relativos ao setor da agropecuária e 37,1 ± 5,1 % ao setor de energia (Tabela 1). Já as emissões de CO₂ de Rondônia, contabilizaram 9,7 ± 2,7 % (MUTF), 0,5 ± 0,3 % (agropecuária) e 0,7 ± 0,1 % (energia) das emissões totais de CO₂ de todo o país.

Emissões totais de CO ₂													Ano
Rondônia			% de Porto Velho			Brasil			% de Rondônia				
S1 [Mt]	S2 [kt]	S3 [Mt]	S1	S2	S3	S1 [Gt]	S2 [Mt]	S3 [Gt]	S1	S2	S3		
133	12	2,3	8	1,4	42	1,2	11	0,27	11	0,1	0,8	2000	
135	11	2	8,4	1,4	36	1,2	10	0,28	11	0,1	0,7	2001	
174	12	1,9	12	2,2	32	1,6	12	0,28	11	0,1	0,7	2002	
301	19	2,2	12	2,5	36	2	14	0,27	15	0,1	0,8	2003	
157	14	2,2	15	2,5	34	1,6	14	0,28	9	0,1	0,8	2004	
184	49	2,4	16	2,4	41	1,5	10	0,29	12	0,5	0,8	2005	
131	42	2,5	25	2,5	43	1,2	10	0,3	11	0,4	0,8	2006	
96	69	2,2	27	2,4	35	0,9	13	0,31	10	0,5	0,7	2007	
59	83	2,3	21	2,5	35	0,8	14	0,33	7	0,6	0,7	2008	
29	39	3	26	2,3	48	0,6	11	0,32	5	0,3	0,9	2009	
24	84	3,1	25	2,3	49	0,5	14	0,35	4	0,6	0,9	2010	
57	157	2,6	33	2	39	0,6	17	0,36	10	0,9	0,7	2011	

49	197	2,7	29	2	36	0,6	19	0,4	8	1	0,7	2012
44	138	2,7	27	3	33	0,7	19	0,43	7	0,7	0,6	2013
63	156	2,9	43	3	35	0,7	20	0,45	9	0,8	0,6	2014
81	62	2,8	26	4	29	0,7	18	0,43	11	0,3	0,6	2015
92	103	2,6	26	6	33	0,8	20	0,4	11	0,5	0,7	2016
85	111	2,7	28	7	35	0,7	22	0,4	12	0,5	0,7	2017
76	138	2,8	24	7	36	0,7	24	0,38	10	0,6	0,7	2018
Média			22,7	3,1	37,1		Média		9,7	0,5	0,7	-
Desvio Padrão			8,8	1,7	5,1		Desvio Padrão		2,7	0,3	0,1	-

Tabela 1: Contribuições percentuais de Porto Velho nas emissões de CO₂ para Rondônia e de Rondônia para o Brasil entre 2000 e 2018 dos setores: (S1) MUTF; (S2) Agropecuária e (S3) Energia.

CONCLUSÃO

Com este trabalho, verificou-se que a MUTF é o setor que mais emite CO₂, seja em escala municipal, estadual e/ou nacional. O setor de energia apesar de ser o segundo que mais emite, mantém a ordem de grandeza (Mt) da MUTF. Com a ascensão da agropecuária na região Norte, em particular, iniciada na parte sul de Rondônia e depois se alastrando por toda área do estado, a agropecuária foi o único setor que admitiu uma tendência de crescimento nas emissões totais de CO₂ para Porto Velho.

Assim, este estudo contribui com informações importantes sobre as emissões de CO₂ geradas por Porto Velho e, desta maneira, subsidia a tomada de decisões, concernentes aos aspectos de planejamento e de implementações de políticas públicas com iniciativas governamentais, não governamentais e do setor privado visando contribuir para uma economia de baixo carbono eficiente.

APOIO

Esse trabalho teve apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM através do incentivo a qualificação por meio do Edital N° 012/2021 – POSGFE.

REFERÊNCIAS

Artigo em revista acadêmica

AZEVEDO, T., COSTA JUNIOR, C., BRANDÃO JUNIOR, A. *et al.* SEEG initiative estimates of Brazilian greenhouse gas emissions from 1970 to 2015. *Sci Data*, vol. 5, 180045, 2018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.45>

BORELLA, D. R.; SIQUEIRA, F. R. P. S.; FARIA, T.O.; BIUDES, M. S.; MACHADO, N. G. Effect of conversion of native vegetation on agricultural areas on biophysical variables in the transition region of Cerrado-Amazonia. *Ciência e Natura*, vol. 40, n. 12, 2018. <http://dx.doi.org/10.5902/2179460X29208>

BOYSEN, L. R., LUCHT, W., GERTEN, D., HECK, V., LENTON, T. M., SCHELLNHUBER, H. J. The limits to global-warming mitigation by terrestrial carbon removal. **Earth's Future**, v. 5, n. 5, p. 463-474, 2017. <https://doi.org/10.1002/2016EF000469>

CARVALHO, T. S., DOMINGUES, E. P. Projeção de um cenário econômico e de desmatamento para a Amazônia Legal brasileira entre 2006 e 2030. **Nova Economia**, vol. 26, n. 2, p. 585-621, 2016. <https://doi.org/10.1590/0103-6351/2665>

CARVALHO, T. S., MAGALHÃES, A. S., DOMINGUES, E. P. Desmatamento e a contribuição econômica da floresta na Amazônia, **Estu. Econ.**, vol. 46, n.2, p. 499-531, 2016. <https://doi.org/10.1590/0101-416146288tae>

DA SILVA, M. J. G., QUERINO, C. A. S., SANTOS NETO, L. A., MACHADO, N. G., MILITÃO, J. S., BIUDES, M. S. Efeito da ocupação do solo sobre o clima de Porto Velho, Rondônia, Brasil, **RA'E GA - O Espaço Geogr. em Anal.**, vol. 43, p. 232-251, 2018. <https://doi.org/10.5380/raega.v43i0.48753>

DA SILVA, M. J. G., QUERINO, C. A. S., SANTOS NETO, L. A., SILVA, D. C., MONTEIRO, S. F. A. Análise de tendência nas variáveis meteorológicas de Porto Velho – Rondônia, **J. Environ. Anal. Progress**, vol. 2, n. 4, p. 474-481, 2017. <https://doi.org/10.24221/jeap.2.4.2017.1478.474-481>

DAVIDSON, E. A., ARAÚJO, A. C., ARTAXO, P., BALCH, J. K., BROWN, I. F., BUSTAMANTE, M. M. C., COE, M. T., DEFRIES, R. S., KELLER, M., LONGO, M., MUNGER, J. W., SCHROEDER, W., SOARES-FILHO, B. S., SOUZA JR, C. M., WOFSY, S. C. The Amazon basin in transition, **Nature**, vol. 481, n. 731, p. 321-328, 2012. <https://doi.org/10.1038/nature10717>

DUARTE, M., SILVA, T., CERQUEIRA, C., FILHO, E. Pressões Ambientais em Unidades de Conservação: estudo de caso no sul do Estado do Amazonas. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, vol. 18, p. 108-125, 2019. <http://dx.doi.org/10.17127/got/2019.18.005>

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Anuário estatístico de energia elétrica 2011**. Rio de Janeiro, 2011.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Anuário estatístico de energia elétrica 2012**. Rio de Janeiro, 2012.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **Anuário estatístico de energia elétrica 2019**. Rio de Janeiro, 2019.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates and consequences, **Conservation Biology**, vol. 19, n. 3, p. 680-688, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00697.x>

FEARNSIDE, P. M. Impacts of Brazil's Madeira River dams: unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia, **Environ. Sci. Policy**, vol. 38, p. 164-172, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.11.004>

FERREIRA, A. M. M.; SALATI, E. Forças de transformação do ecossistema amazônico. **Estudos avançados**, v. 19, p. 25-44, 2005.

FOLEY, J. A., ASNER, G. P., COSTA, M. H., COE, M. T., DEFRIES, R., GIBBS, H. K., HOWARD, E. A., OLSON, S., PATZ, J., RAMANKUTTY, N., SNYDER, P. Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. **Frontiers in Ecology and the Environment**, vol. 5, n. 1, p. 25-32, 2007. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[25:ARFDAL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[25:ARFDAL]2.0.CO;2)

FRÖLICHER, T. L.; FISCHER, E. M.; GRUBER, N. Marine heatwaves under global warming. **Nature**, vol. 560, n. 7718, p. 360-364, 2018. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0383-9>

GOUJON, A. Human population growth. *Encyclopedia of Ecology*. Elsevier, p. 344-351, 2019. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10755-9>

KEMPPINEN, K. M.; COLLINS, P. M.; HOLE, D. G.; WOLF, C.; RIPPLE, W. J.; GERBER, L. R. Global reforestation and biodiversity conservation. **Conservation Biology**, vol. 34, n. 5, p. 1221-1228, 2020. <https://doi.org/10.1111/cobi.13478>

KENDALL, M. G. Rank Correlation Methods; Charles Griffin and Company Limited: London, UK, 1975.

KWEKU, D. W., BISMARCK, O., MAXWELL, A., DESMOND, K. A., DANSO, K. B., OTI-MENSAH, E. A., QUACHOE, A. T., ADORMAA, B. B. Greenhouse effect: Greenhouse gases and their impact on global warming. **Journal of Scientific research and reports**, vol. 17, n. 6, p. 1-9, 2017. <https://doi.org/10.9734/JSRR/2017/39630>

LAURANCE, W. F., ALBERNAZ, A. K., FEARNSIDE, P. M., VASCONCELOS, H. L., FERREIRA, L. V. Deforestation in Amazonia. **Science**, vol. 304, 2004.

LIMA, L. S., COE, M. T., SOARES FILHO, B. S., CUADRA, S. V., DIAS, L. C., COSTA, M. H., RODRIGUES, H. O. Feedbacks between deforestation, climate, and hydrology in the Southwestern Amazon: implications for the provision of ecosystem services. **Landscape ecology**, vol. 29, n. 2, p. 261-274, 2014. <https://doi.org/10.1007/s10980-013-9962-1>

MANN, H. Nonparametric Tests Against Trend. *Econometrica* 1957, 13, 245.

MELLO, K., RANDHIR, T. O., VALENTE, R. A., VETTORAZZI, C. A. Riparian restoration for protecting water quality in tropical agricultural watersheds. **Ecological Engineering**, 108, p. 514-524, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.06.049>

MERTENS, B., POCCARD-CHAPUIS, R., PIKETTY, M. G., LACQUES, A. E., VENTURIERI, A. Crossing spatial analyses and livestock economics to understand deforestation processes in the Brazilian Amazon: the case of São Félix do Xingú in South Pará. **Agricultural Economics**, vol. 27, n. 3, p. 269–294, 2002. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2002.tb00121.x>

MONTOYA, M. A., BERTUSSI, L. A., LOPES, R. L., FINAMORE, E. B. Uma Nota Sobre Consumo Energético, Emissões, Renda e Emprego na Cadeia de Soja no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, vol. 73, n. 3, p. 345–369, 2019. <https://doi.org/10.5935/0034-7140.20190016>

MOURA, A. R. M., QUERINO, C. A. S., QUERINO, J. K. A. S., PEDREIRA JUNIOR, A. L., DOS SANTOS, L. O. F., MACHADO, N. G., BIUDES, M. S. Impact of a dam construction on the surface biophysical parameters in Amazonia. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 15, p. 100243, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2019.100243>

NUNES, L. J., MEIRELES, C. I., GOMES, C. J. P., ALMEIDA-RIBEIRO, N. Forest contribution to climate change mitigation: Management oriented to carbon capture and storage. **Climate**, vol. 8, n. 2, p. 21, 2020. <https://doi.org/10.3390/cli8020021>

PAVÃO, V. M., QUERINO, C. A. S., BENEDITTI, C. A., PAVÃO, L. L., QUERINO, J. K. A. S., MACHADO, N. G., BIJDES, M. S. Variação espacial e temporal do saldo de radiação superficial em uma área do sul do Amazonas, Brasil. *Raega - O Espaço Geográfico em Análise*, vol. 37, p. 333-352, 2016. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v37i0.42469>

RÖDIG, E., CUNTZ, M., RAMMIG, A., FISCHER, R., TAUBERT, F., HUTH, A. The importance of forest structure for carbon fluxes of the Amazon rainforest. **Environmental Research Letters**, vol. 13, n. 5, p. 054013, 2018. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabc61>

SANTOS NETO, L. A., MANIESI, V., SILVA, M. J. G., QUERINO, C. A. S., LUCAS, E. W. M., BRAGA, A. P., ATAIDE, K. R. P. Distribuição horária da precipitação em Porto Velho-RO no período de 1998-2013. **Revista Brasileira de Climatologia**, vol. 14, p. 213-228, 2014. <https://doi.org/10.5380/abclima.v14i1.36131>

SILVA, B. E. N., BASTOS, A. S. Emissões de gases de efeito estufa no setor de mudança de uso da terra e floresta (MUT) no estado de Rondônia – Brasil, **Ciência Geográfica – Bauru**, vol. 24, n. 2, p. 596-606, 2020. https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/anoXXIV_2/agb_xxiv_2_web/agb_xxiv_2-08.pdf

SILVA, R. G. C.; MICHALSKI, A. A caminho do Norte: cartografia dos impactos territoriais do agronegócio em Rondônia (Amazônia ocidental). **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/ Revista franco-brasileira de geografia**, n. 45, 2020. <https://doi.org/10.4000/confins.28017>

SOUZA, R. A., MIZIARA, F., MARCO JUNIOR, P. Spatial variation of deforestation rates in the Brazilian Amazon: A complex theater for agrarian technology, agrarian structure and governance by surveillance, **Land Use Policy**, vol. 30, p. 915-924, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.07.001>

Homepage institucional

BRASIL. Contribuição Nacionalmente Determinada (INDC). <http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Brazil/1/BRAZIL%20iNDC%20english%20FINAL.pdf> (2015).

IBGE, Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. **Área territorial oficial**. Resolução da presidência do IBGE de nº 5, de 10 de outubro de 2002. IBGE. 2002.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Agropecuário**. Amazonas, Brasil, 2017.

IEA, International Energy Agency (2021). **Emissões totais de CO₂, World 1990-2018**. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=WORLD&fuel=CO2%20emissions&indicator=TotCO2>. Acesso em: 24 de jul. de 2021.

ONU, Organização das Nações Unidas. **Convenção-Quadro das Nações Unidas para mudanças climáticas: Acordo de Paris 2015**. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2016/04/Acordo-de-Paris.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2021.

PRODES. Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. 2019. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/PRODES>>. Acesso em: 17 set. 2021.

SEEG, Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa. 2019. **Emissões totais de CO₂**. Disponível em: <http://plataforma.seeg.eco.br/total_emission#>. Acesso em: 28 de jul. de 2021.

SEEG, Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa. 2021a. **Nota metodológica: setor agropecuária**. Disponível em: <https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG%208%20com%20Municipios/Nota_Metodologica_SEEG8_Agropecuaria__com_Anexo_Municipios_-_02.2021.pdf>. Acesso em: 28 de jul. de 2021.

SEEG, Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa. 2021b. **Nota metodológica: setor de mudança de uso da terra e florestas**. Disponível em: <https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG%208%20com%20Municipios/Nota_Metodologica_SEEG8_MUT_v2.1__com_Anexo_Munic%C3%ADpios_-_02.2021.pdf>. Acesso em: 28 de jul. de 2021.

SEEG, Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa. 2021c. **Nota metodológica: setor de energia**. Disponível em: <https://seeg-br.s3.amazonaws.com/Documentos%20Analiticos/SEEG%208%20com%20Municipios/Nota_Metodologica_SEEG8_Energia__com_Anexo_Municipios_-_02.2021.pdf>. Acesso em: 28 de jul. de 2021.

WRI, World Resources Institute. Climate Data Explorer <http://cait.wri.org/> (2016).

REDUÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO SOLO NA FLORESTA AMAZÔNICA E SUAS CONSEQUÊNCIAS

Data de aceite: 01/06/2022

Data de submissão: 01/04/2022

Hildo Giuseppe Garcia Caldas Nunes

Universidade Federal Rural da Amazônia –
UFRA
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0003-4072-003X>

Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza

Universidade Federal Rural da Amazônia –
UFRA
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0003-4748-1502>

Carlos Alberto Dias Pinto

Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0003-0721-7336>

José Francisco Berrêdo Reis da Silva

Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0002-8590-2462>

João de Athaydes Silva Júnior

Universidade Federal do Pará – UFPA
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0001-7012-4381>

Antonio Carlos Lôla da Costa

Universidade Federal do Pará – UFPA
Belém-PA
<https://orcid.org/0000-0001-8140-4020>

RESUMO: Os fenômenos de grande escala provocam alterações no clima e na terra, que

consequentemente influenciam sobre o homem. Dentre estes, destaca-se o El-Niño que como conseqüências, na Amazônia se têm a redução das precipitações. Portanto, esta pesquisa investigou os possíveis efeitos causados pela redução da disponibilidade hídrica do solo na floresta Amazônica e sua influência sobre os padrões do sistema solo-planta-atmosfera. Foi utilizada a área pertencente ao projeto Estudo da Seca da Floresta (ESECAFLOR) na floresta nacional de Caxiuanã, no ano de 2020. O plote A é usado como testemunha para os experimentos no B, onde ocorre a exclusão de $\pm 50\%$ da água da chuva. Os resultados mostraram que no plote B, as variáveis de solo foram as mais sensíveis à indução do déficit hídrico, diminuindo o seu teor de água ($0,15 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) e o restringindo a camada de 0,50 m de profundidade. Provocando o aumento da temperatura do solo ($> 26 \text{ }^\circ\text{C}$) ficando em torno de $1 \text{ }^\circ\text{C}$ acima dos valores médios no plote A. Como estratégias a redução de água no solo (plote B), a floresta adotou mecanismos para diminuir estes efeitos, como a maior quantidade de raízes finas e grossas na camada de 0,50 m do solo, o aumento na taxa de deposição de liteiras e na taxa de mortalidade ao longo do ano, na tentativa de diminuir a perda de água nos diversos processos (fisiológicos e químicos). Portanto, fica evidente que ocorrem efeitos na dinâmica da floresta quando submetida a um evento de redução da disponibilidade hídrica e quando estes eventos se prolongam (plote B) a mesma cria artifícios para reduzir os impactos.

PALAVRAS-CHAVE: Variabilidade Climática; Déficit Hídrico; Solo-Planta-Atmosfera.

THE REDUCTION OF SOIL WATER AVAILABILITY IN THE AMAZON FOREST AND ITS CONSEQUENCES

ABSTRACT: Large-scale phenomena cause changes in the climate and land, which in turn influence the lives of human beings. Among them, El-Niño stands out causing the reduction of rainfall in the Amazon. Therefore, this research investigated the possible effects caused by the reduction of soil water availability in the Amazon rainforest and its influence on the patterns of the soil-plant-atmosphere system. In the year of 2020, the area belonging to the Study of the Drought in the Forest (ESECAFLO) project, located in the Caxiuanã national forest, was used. Plot A is used as a witness for experiments in B, in which $\pm 50\%$ of rainwater is excluded. The results presented that in plot B, the soil variables were the most sensitive to the water deficit induction, decreasing its water content ($0.15 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) and restricting it to the 0.50 m deep layer. In addition, soil temperature increased ($> 26 \text{ }^\circ\text{C}$), staying around $1 \text{ }^\circ\text{C}$ above the average values in plot A. As strategies for reducing water in the soil (plot B), the forest has adopted mechanisms to reduce these effects. The greater amount of thin and thick roots in the 0.50 m layer of soil, the increase in the rate of litter deposition and the mortality rate throughout the year stand out as attempts to reduce water loss in the various processes. Therefore, it is evident that effects on the dynamics of the forest occur when it is subjected to such an event of reduced water availability and when these events are prolonged (plot B) it creates artifices to reduce these impacts.

KEYWORDS: Climate Variability; Water Deficit; Soil-Plant-Atmosphere.

1 | INTRODUÇÃO

Dentre os diversos fenômenos de grande escala que podem provocar alterações no clima global e local (Amazônico), destaca-se uma importante anomalia climática global que se refere ao aquecimento anormal das águas do Oceano Pacífico, conhecida como El-Niño (ELLER et al., 2018). Climaticamente, os eventos do El Niño são conhecidos por tornar o clima em grande parte da Amazônia mais seco e quente, afetando especialmente os padrões de chuva da região (GIRARDIN et al., 2016).

Com o clima mais seco, leva a uma série de mudanças no sistema solo-planta-atmosfera, dentre os quais podemos citar o aumento da susceptibilidade a incêndios florestais, o aumento da mortalidade de espécies florestais e animais e as alterações nos padrões já estudados e conhecidos. Portanto, este evento contribui para os maiores impactos climáticos e ecológicos na bacia Amazônica (SULLIVAN et al., 2020).

Diversos estudos procuram entender estes efeitos (JIMÉNEZ-MUÑOZ et al., 2016), dentre estes destacam-se os que fazem parte do projeto Estudo da Seca da Floresta (ESECAFLO) que tem como objetivo estudar a reação da floresta quando submetida (induzida) a um estresse hídrico prolongado, parecido ao que ocorre durante o fenômeno El-Niño. E, ainda, a interação solo-planta-atmosfera presente nos diversos processos e os ciclos no ecossistema Amazônico a partir deste estresse (ESECAFLO, 2021). Acredita-se, ainda que a floresta tenha mecanismos que auxiliem na diminuição dos impactos

provocados pela falta de água no solo e mesmo sendo atualmente amplamente estudadas, ainda precisamos entender quais são estas estratégias adotadas.

Neste sentido, este estudo procurou conhecer as diversas respostas aos períodos experimentados por uma área de floresta tropical chuvosa, que foi submetida a uma condição de redução da umidade do solo induzida artificialmente. Na tentativa de entender as consequências, os impactos e os efeitos das mudanças climáticas e da mudança do uso e cobertura da terra neste ecossistema.

Portanto, o objetivo do trabalho foi investigar os possíveis efeitos causados pelo estresse hídrico em uma área na floresta Amazônica e sua influência sobre os padrões dos fluxos de carbono, dinâmica da biomassa, deposição de liteira e na variabilidade dos elementos meteorológicos.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo pertence ao projeto ESECAFLOR e fica próxima à Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn – 1,7083° S; 51,5292° W), localizada na floresta nacional de Caxiuana e administrada pelo Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). O projeto foi iniciado em 2001 com o financiamento internacional e atualmente é mantido pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) e através de recursos de outras fontes.

A área experimental é composta por duas parcelas (01 hectare, em cada plote), estas são delimitadas por trincheiras cavadas com profundidades variando de 50 a 150 cm. O plote A é usado como testemunha para os experimentos que são realizados no plote B, no qual está sendo feita a exclusão de, aproximadamente, 50% da água da chuva, através de uma estrutura composta por, aproximadamente, 6.000 painéis plásticos que drenam a água captada pelos painéis através de calhas que auxiliam na exclusão da mesma (ESECAFLOR, 2021) (Figura 1).



Figura 1 – Visão acima da cobertura (A) da parcela experimental do plote B e visão abaixo da cobertura (B) da parcela experimental.

Fonte: ESECAFLOR (2021).

Cada uma das áreas possui uma torre metálica, permitindo o acesso fácil às árvores para análises de fisiologia vegetal, e dentre outros experimentos, além do monitoramento meteorológico (caracterização de tempo e clima), assim como, os poços para o monitoramento de diversas variáveis do solo.

As torres estão equipadas com estações meteorológicas automáticas, que armazenam os dados a cada 30 minutos e que posteriormente são tratados para a aquisição dos valores médios mensais. Com relação, aos dados de ventos, foram analisados no programa WRPLOT View (THÉ; THÉ; JOHNSON, 2016), que realiza a análise gráfica (rosa dos ventos) da frequência de ocorrência e a intensidade dos ventos. Neste estudo, foram utilizados os dados do ano de 2020 para os dois plotes pertencentes ao projeto, para:

- Determinar o perfil vertical de temperatura e umidade do ar, radiação solar, velocidade e direção do vento e a precipitação acima do dossel (mensal);
- Avaliar o crescimento de biomassa aérea e subterrânea (Outubro);
- Avaliar a produção total de liteira fina (quinzenal);
- Determinar a temperatura e a umidade do solo em diferentes profundidades (mensal);
- Avaliar o fluxo de carbono do solo (Janeiro e Outubro);
- Determinar as taxas de mortalidade e recrutamento (Outubro). Estas medidas se referem tanto à parcela de controle (Plote A) quanto à parcela que sofre exclusão de parte de água da chuva (Plote B).

Para a quantificação da biomassa de raízes (subterrânea), estas foram classificadas: em raízes finas, com diâmetro < que 2,0 mm; e raízes grossas, com diâmetro \geq a 2,0 mm e ao final foram calculados os incrementos médios mensais. Foram instalados 22 coletores (Ingrowth core) nos plotes, para realizar a análise e classificação das raízes (Figura 2).

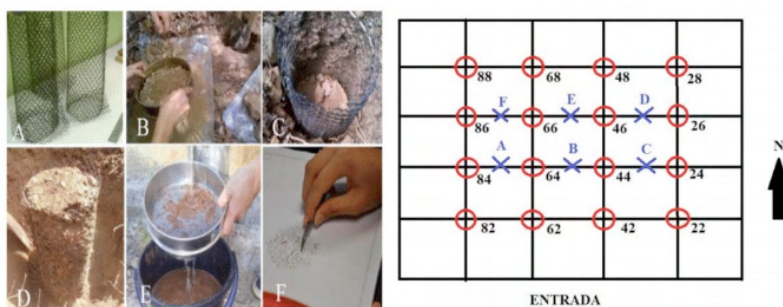


Figura 2 – Ingrowth core (A a F) e a sua disposição nas parcelas (plote A e B) de estudo.

FORNE: ESECAFLOR (2021).

Com relação, as medidas de respiração do solo, foram medidas por um analisador

portátil de infravermelho EGM-6, conectado a uma câmara de respiração do solo SRC-1 (PPSystems, UK) baseados na absorção desta radiação (λ , $> 0,7\mu\text{m}$) pelo CO_2 . Estas medidas foram conduzidas no período diurno em 25 pontos distribuídos em cada parcela e com duas repetições por ponto. Também foram utilizados 25 pontos para a disposição das liteiras nas áreas estudadas. Para maiores detalhes sobre a área de estudo, demais experimentos e metodologias, ver em ESECAFLOR, 2021.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mês mais chuvoso foi Fevereiro com 443,60 mm ($\pm 26\%$ do total) e o mês menos chuvoso foi Setembro (30,68 mm, representando $\pm 2\%$ do total), com um total de 1673,29 mm (até Outubro/2020). Os perfis de temperaturas do ar (T_{ar}) em várias alturas apresentaram valores que variaram de 24,78 a 29,18 °C, em ambos os plotes. Em geral, o Plote A apresentou os maiores valores médios mensais ($\pm 1^\circ\text{C}$ superior) quando comparados às médias no B (Figura 3).

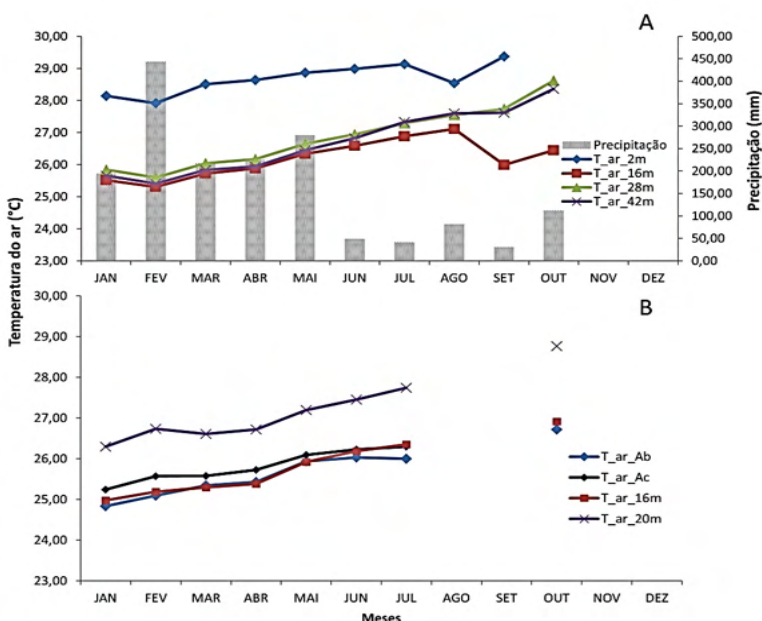


Figura 3 – Perfil Vertical de Temperatura do ar (metros) no plote A (A) e B (B) e a Precipitação em 2020. Onde: T_{ar} é temperatura do ar; Ab é abaixo e Ac é acima dos painéis.

FONTES: AUTORES (2021).

Os resultados mostram que ocorrem dois períodos distintos na região, caracterizados pela sazonalidade da precipitação (PRP). Um é denominado de chuvoso, vai de Janeiro a Maio (1.358,69 mm (81,19% do total)) e o outro denominado de seco (314,69 mm) (Junho

a Outubro) onde ocorreram 18,81% do total (Figura 3). Estes resultados são similares aos encontrados por Santos et al. (2011).

Com relação à umidade do ar (UR) (mesmas alturas da T_ar), em ambos os plots apresentaram elevados valores médios mensais, demonstrando que o ar é saturado na região. Já a radiação solar global e o saldo de radiação foram de 202,65 e 137,31 W m⁻², respectivamente para o ano (Figura 4).

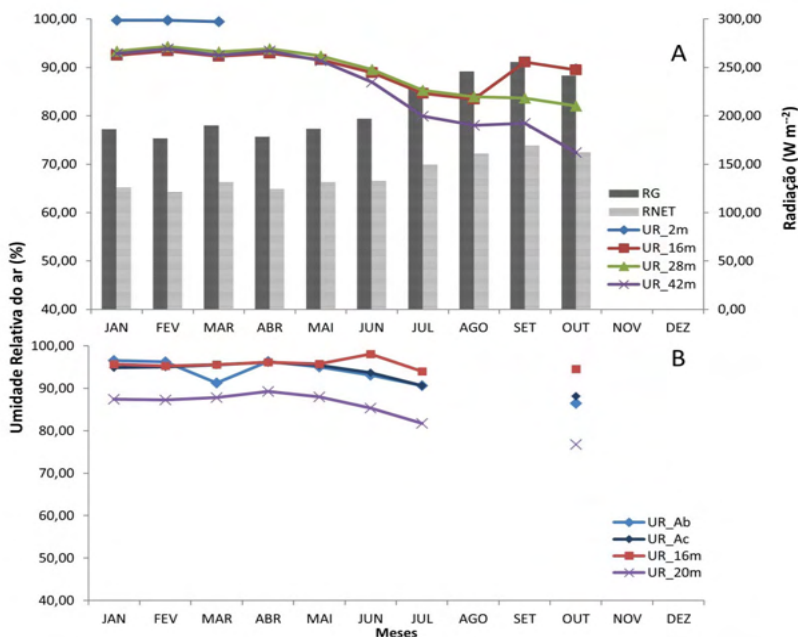


Figura 4 - Perfil Vertical de Umidade do ar (metros) no plot A (A) e B (B) e as Radiações em 2020. Onde: UR é umidade relativa do ar; Ab é abaixo e Ac é acima dos painéis; RG é radiação solar global; RNET é saldo de radiação.

FONTES: AUTORES (2021).

Isto demonstra também que a PRP é a variável que mais define o clima da região, pois variáveis como a temperatura, a umidade do ar e as radiações sofrem poucas variações ao longo do ano e são influenciadas pela PRP (ALVARES et al., 2013) (Figuras 3 e 4).

As variações da direção do vento (DV) e da sua velocidade (VV) são de fundamental importância para determinar as áreas afetadas pelo seu deslocamento. A VV anual média na área, foi de 0,88 m s⁻¹, durante todo o período avaliado e apresentou uma predominância e/ou concentração de ventos sudeste (SE - entre 105° e 135°) na região, com ±56% dos ventos vindos deste quadrante. Estes valores estão coerentes com a direção climatologicamente observada na maioria dos municípios do estado do Pará (DINIZ; RAMOS; REBELLO, 2018). Ao longo de todo o ano as VV médias mensais (84%) ocorreram na faixa entre, 0,51

e $1,54 \text{ m s}^{-1}$, ou seja, são ventos de “Bafagem” (Figura 5).

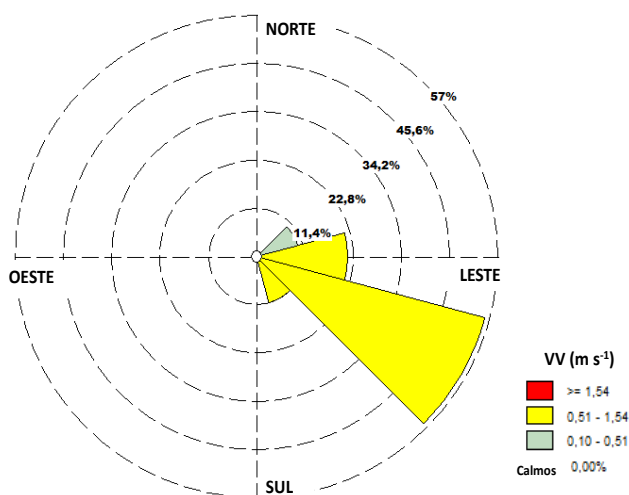


Figura 5 - Rosas dos Ventos (ESECAFLOR) acima do dossel em 2020. Onde: VV_ é velocidade do vento.

FONTES: AUTORES (2021).

Estas VV que foram observadas na faixa entre, $0,51$ e $1,54 \text{ m s}^{-1}$, não provocam danos às estruturas e/ou vegetações presentes nestas regiões. No entanto, cerca de 4% ($2,18 \text{ m s}^{-1}$) das VV foram maiores e/ou igual a $1,54 \text{ m s}^{-1}$, que corresponde aos ventos de “Aragem” na escala de Beaufort, e podem provocar alguns transtornos temporários na região, como a quebra de galhos e queda de frutos (BUENO et al., 2011) (Figura 5).

Com relação às variáveis de solo (temperatura (TEMP) e umidade (USOLO)), foram as que apresentaram maiores influências direta a seca induzida no plote B (Figura 6B e 6D). Em geral, as TEMP (Figura 6A) foram em média menores ($0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ menores) e a USOLO (Figura 6C) sofreram maiores variações, no plote A, ao longo do ano e quando comparadas ao plote B. Com os valores para a TEMP foram superiores a $26 \text{ }^\circ\text{C}$ durante o ano todo e ficando acima das TEMP's do plote A, em torno de 1°C . Com relação à USOLO, a seca induzida faz com que a camada de água disponível seja até 50 cm ($0,15 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) e quase não ocorra variação ao longo do ano. Já no plote A está camada se encontra da superfície até 250 cm ($0,19 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) e com maior variação ao longo do ano dada a sazonalidade e a quantidade de água disponível no solo (Figura 6).

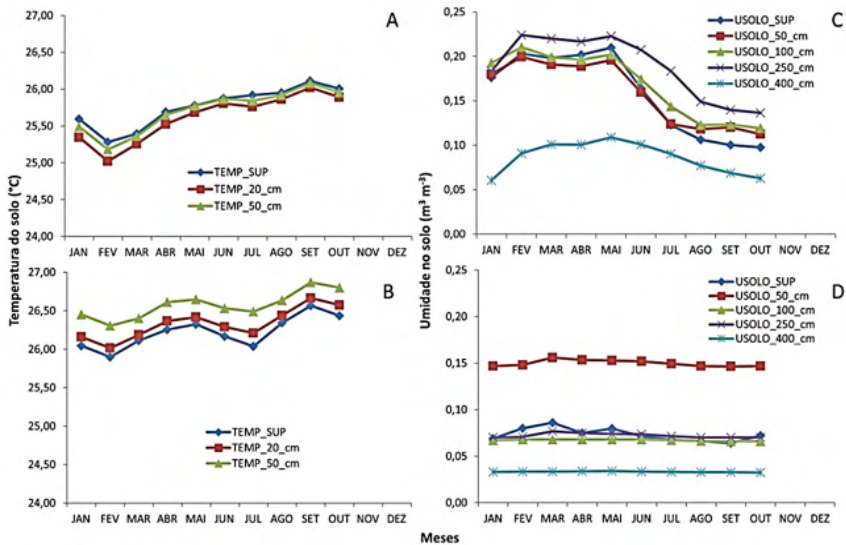


Figura 6 - Perfil da Temperatura e a Umidade no solo (em centímetros) no plote A (A e C) e B (B e D) em 2020. Onde: TEMP é temperatura do solo; e USOLO é umidade no solo.

FORNTE: AUTORES (2021).

Em uma análise dos dados de biomassa aérea e subterrânea (B_SUB) (Outubro), houve um crescimento (DAP, diâmetro a altura do peito) médio de 3,56 mm e de 3,70 mm, no plote A e B respectivamente, nas árvores avaliadas (medidas comparadas a última coleta de 2019). Na B_SUB os maiores valores (pesos) foram registrados no Plote B tanto para as raízes maiores (8,67 g) quanto para as menores (13,14 g), em média (Figura 7).

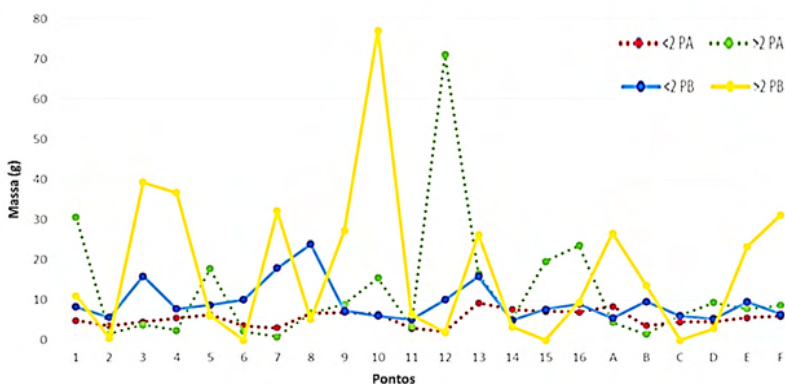


Figura 7 - Crescimento de biomassa subterrânea no plote A e no plote B, coletado em Outubro de 2020, para os 22 pontos de coleta.

FORNTE: AUTORES (2021).

Para o peso da liteira total percebeu-se também que os maiores valores foram

obtidos pela deposição nos coletores do plot A durante o ano avaliado, com a deposição nos coletores do A ficando próximos aos valores do B, somente durante os meses mais secos ($\pm 100\text{g}$ em média) do ano (Junho a Outubro) (Figura 8).

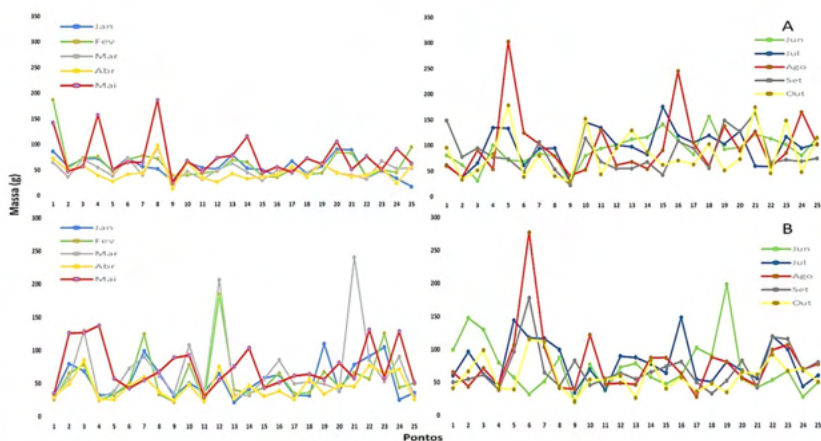


Figura 8 - Produção de Littera no plot A (A) e no plot B (B), no ano de 2020 para os 25 pontos de coleta.

FONTE: AUTORES (2021).

E com relação ao efluxo de carbono (Janeiro e Outubro) no solo, os valores do Plote A (Figura 9A), foram em média maiores durante os dois meses avaliados ficando acima de 500 ppm, em ambos os meses (Figura 9).

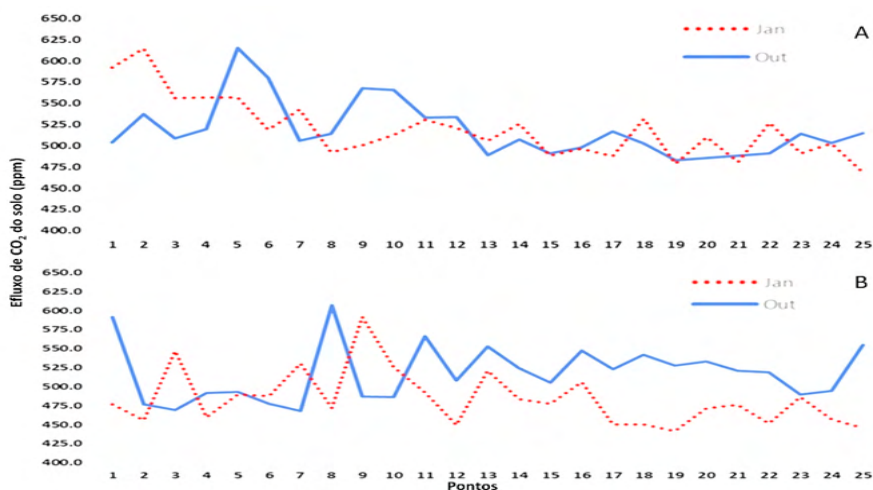


Figura 9 - Taxa de Efluxo de carbono do solo no plot A (A) e no plot B (B), coletados em Janeiro e Outubro de 2020, para os 25 pontos de coleta.

FONTE: AUTORES (2021).

4 | CONCLUSÃO

Estes resultados mostram que no plote B, as variáveis de solo foram as mais sensíveis à indução do déficit hídrico, ocasionando uma série de alterações (minimizar os efeitos da falta de água) nos mecanismos já estudados e conhecidos da floresta Amazônica. Como, o aumento da deposição de liteira (mais de 25% quando comparado ao Plote A) e a maior mortalidade de espécies vegetais (179 árvores) quando comparada ao Plote A (128 árvores), visando à redução de perda de água por evapotranspiração, por exemplo.

Logo, esta pesquisa é uma forma de contribuir com o entendimento dos diferentes processos dentro de uma floresta quando submetida à redução de água e também para avaliar quais seriam os efeitos de possíveis mudanças climáticas no sistema solo-planta-atmosfera. Sugerimos ainda, coletas de potencial hídrico das folhas nas diversas espécies estudadas e avaliadas para a biomassa aérea, para ambos os plotes, dentro do projeto ESECAFLOR, visando entender como é o comportamento desta tensão de água nas espécies avaliadas e sobre a redução da disponibilidade hídrica no solo.

AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece ao PCI-MCTIC/MPEG e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa (número do processo: 300567/2021-9) concedida durante o desenvolvimento da pesquisa. Agradecemos também à UFRA e ao projeto Estudo da Seca da Floresta (ESECAFLOR) pela disponibilidade de uso dos dados e da estrutura do projeto para a condução do trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. **Koppen's climate classification map for Brazil**. METEOROLOGISCHE ZEITSCHRIFT. Stuttgart, 2013. 711–728. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Acesso em: 02 nov. 2021.
- BUENO, R. C.; CARVALHO, L. G.; VIANELLO, R. L.; SÁ, J. J. G.; MARQUES, M. **Estudo de rajadas de ventos e direções predominantes em Lavras, Minas Gerais, por meio da distribuição gama**. CIÊNCIA AGROTÉCNICA. Lavras, 2011. 789-796. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n4/19.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2021.
- DINIZ, F. A.; RAMOS, A. M.; REBELLO, E. R. G. **Brazilian climate normals for 1981-2010**. PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA. Brasília, 2018. 131-143. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2018000200001>. Acesso em: 02 out. 2021.
- ELLER, C. B.; ROWLAND, L.; OLIVEIRA, R. S.; BITTENCOURT, P. R. L.; BARROS, F. V.; COSTA, A. C. L. et al. **Modelling tropical Forest responses to drought and El Niño with a stomatal optimization model based on xylem hydraulics**. PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS ROYAL SOCIETY. 2018. 20170315. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.c.4224362>. Acesso em: 04 out. 2021.

ESECAFLOR - Estudo da Seca da Floresta. **Projeto ESECAFLOR**. Belém, 01 jan. 2021. Disponível em: <http://www.esecaflor.ufpa.br/>. Acesso em: 13 jun. 2021.

GIRARDIN, C. A. J.; MALHI, Y.; DOUGHTY, C. E.; METCALFE, D. B.; MEIR, P.; del AGUILA-PASQUEL, J. et al. **Seasonal trends of Amazonian rainforest phenology, net primary productivity, and carbon allocation**. GLOBAL BIOGEOCHEMICAL CYCLES. 2016. 700-715. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1002/2015GB005270>. Acesso em: 15 nov. 2021.

JIMÉNEZ-MUÑOZ, J. C.; MATTAR, C.; BARICHIVICH, J.; SANTAMARÍA-ARTIGAS, A.; TAKAHASHI, K.; MALHI, Y. et al. **Record-breaking warming and extreme drought in the Amazon rainforest during the course of El Niño 2015–2016**. SCIENTIFIC REPORTS. 2016. 33130. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1038/srep33130>. Acesso em: 10 nov. 2021.

SANTOS, S. R. Q.; SILVA, R. B. C.; BARRETO, P. N.; NUNES, H. G. G. C.; RODRIGUES, R. S.; CAMPOS, T. L. O. B. **Regime térmico e hídrico do solo para área de floresta tropical em anos de El Niño e La Niña, Caxiuanã-PA: estudo de caso**. REVISTA BRASILEIRA DE METEOROLOGIA. São Paulo, 2011. 367-374. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/S0102-77862011000300004>. Acesso em: 10 jan. 2021.

SULLIVAN, M. J. P.; LEWIS, S. L.; AFFUM-BAFFOE, K.; CASTILHO, C.; COSTA, F.; SANCHEZ, A. C. et al. **Long-term thermal sensitivity of Earth's tropical forests**. SCIENCE. 2020. 869-874. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1126/science.aaw7578>. Acesso em: 10 dez. 2021.

THÉ, J. L.; THÉ, C. L.; JOHNSON, M. A. **WRPLOT View - User Guide: Wind and Rain Rose Plots for Meteorological Data**. 1. ed. Columbia: Lakes Environmental Software, 2016. 110 p. Disponível em: https://www.weblakes.com/products/wrplot/resources/lakes_wrplot_view_user_guide.pdf. Acesso em: 15 jun. 2021.

DIVERSIDADE NAS ORGANIZAÇÕES: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Data de aceite: 01/06/2022

Monica Almeida Gavilan

Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Leonardo Lucas do Nascimento Siqueira

Mestre em Biologia Estrutural e Funcional pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Daene Silva de Moraes Lima

Mestra em Turismo - Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Larissa Bezerra de Oliveira

Graduada no curso de Tecnologia em Comércio Exterior – IFRN

Bruna Fernandes de Araújo

Graduada no curso Tecnologia em Comércio Exterior - IFRN

RESUMO: A Diversidade na força de trabalho aliada à Cultura Organizacional tem exigido um olhar atento dos teóricos da área de Gestão. Em um mundo globalizado a sustentabilidade do negócio é fundamental. Aspectos como a democratização social atual, proporcionaram uma maior necessidade de estudos sobre diversidade e a cultura no âmbito Organizacional. A Cultura proporciona o aprendizado durante a resolução de problemas de adaptação externa e integração interna. Sendo este aprendizado satisfatório, pode ser considerado válido e repassado aos novos membros. O estudo da Diversidade

Cultural aborda exatamente a variação entre essas culturas inseridas na sociedade. Diante de sua tamanha complexidade, alguns autores fragmentaram a diversidade em três dimensões, que entrelaçam entre si para produzir construções únicas de perfis humanos. Quando a diversidade é analisada dentro das organizações, ela pode trazer vantagens e desvantagens. Ao reconhecer as igualdades e divergências importantes no seu meio, o questionamento a seguir é como as organizações irão lidar e gerir com essa realidade cada vez mais presente. O estudo em questão aborda uma revisão bibliográfica da diversidade nas organizações, enfatizando a cultura, suas vertentes, o enfoque nas diferenças, heterogeneidade cultural, assim como ações afirmativas que proporcionem um maior embasamento teórico.

PALAVRAS-CHAVE: Ações afirmativas, diversidade cultural, gestão da diversidade.

DIVERSITY IN ORGANIZATIONS: A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT: The Diversity in the workforce coupled with the organizational culture has been required a close eye theorists of Management. In a globalized world a business sustainability is the key. Aspects such as the current social democratization, provided a greater need for studies on diversity and culture within the organizational scope. The Culture provides learning while solving problems of external adaptation and internal integration. This being a satisfactory learning, can be considered valid and taught to new members. The study of cultural

diversity covers exactly the variation between these cultures embedded in society. Before its such complexity, some authors have fragmented diversity in three dimensions, which intertwine with each other to produce only buildings of human profiles. When diversity is analyzed within organizations, you can have advantages and disadvantages. Recognizing the equalities and major differences in their midst, the following question is how organizations will handle and manage with this reality ever more present. The present study addresses a bibliographic review of diversity in organizations, emphasizing culture, its aspects, the focus on the differences, cultural diversity, and affirmative action to provide a greater theoretical foundation.

KEYWORDS: Affirmative action, cultural diversity, managing diversity.

INTRODUÇÃO

A diversificação da força de trabalho no atual cenário globalizado é uma questão latente, pois contribui para o acirramento da competitividade, visto que as diferenças individuais podem vir a proporcionar visões diferentes e inovadoras no meio organizacional. O estudo em questão tem como objetivo evidenciar o componente conceitual da diversidade, envolvendo temas afins como cultura e gestão. Assim como, demonstrar através de uma coletânea de autores as vantagens e desvantagens da diversidade no ambiente laboral.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho desenvolvido seguiu os preceitos do estudo exploratório, por meio de uma pesquisa bibliográfica. Para a pesquisa, foram analisadas obras literárias, artigos científicos e obras acadêmicas dos mais diversos anos, desde obras antigas à atuais. Na coleta de dados, seguiu-se primeiro a leitura exploratória, depois a leitura seletiva e, por fim, o registro das informações extraídas das fontes em instrumento específico. Por último, o trabalho foi ordenado e sumariado tendo como base uma leitura analítica das informações contidas nas fontes selecionadas, possibilitando uma melhor compreensão das respostas ao problema da pesquisa.

REVISÃO DA LITERATURA

Cultura e diversidade cultural

Diversidade cultural pode ser entendida como a variação entre as culturas existentes dentro da sociedade. Para Furtado (2014), é algo associado à dinâmica do processo de aceitação da sociedade, estando também ligada aos conceitos de pluralidade, multiplicidade, diferentes ângulos de visão ou de abordagem, heterogeneidade e variedade, podendo ser achada na comunhão de contrários, na intersecção de diferenças, ou ainda, na tolerância mútua. Ela é mais do que o formato dos corpos, cor de pele, orientação sexual, crença religiosa ou política. Diversidade cultural é também aceitar que existem outras formas de

viver de acordo com diferentes opiniões, valores, vivências pessoais e profissionais, que muitas vezes não são compatíveis com a lógica da produtividade e da competitividade (BITENCOURT, 2010).

O processo de endoculturação inicia-se após o nascimento e termina com a morte de uma pessoa. Ele consiste na absorção e aprendizado de comportamentos que permitem as pessoas se comunicarem e serem capazes de passar pelo processamento intelectual. E, sua importância, está em moldar o indivíduo junto à sociedade e fazer com que seu comportamento alcance uma uniformização (MELLO, 1986).

As dimensões da diversidade

Diversidade não inclui apenas raça ou gênero, mas é algo mais complexo, dentro da diversidade podem ser, por exemplo, também inclusos: idade, história pessoal e corporativa, formação educacional, função e tempo de serviço em uma organização, personalidade, estilo de vida, preferência sexual e origem geográfica. Estes são apenas alguns exemplos (THOMAS, 1991).

Diante de tamanha complexidade, alguns autores dividiram a diversidade em dimensões. Primeiro foram criadas duas dimensões e mais tarde foi acrescentada uma terceira. Então as dimensões da diversidade são divididas em dimensões primárias, secundárias e terciárias (LODEN & ROSENER, 1991; ARREDONDO, 2004). Vale salientar, que elas não ocorrem de forma independentes, mas são interagentes entre si. Elas se entrelaçam para produzir construções únicas de perfis humanos (RIJAMAMPIANINA & CARMICHAEL, 2005).

A primeira das dimensões, as primárias, se referem ao gênero, raça, orientação sexual, idade, habilidades, características físicas ou mentais, classe social, cultura e linguagem. (LODEN & ROSENER, 1991; ARREDONDO, 2004). As dimensões secundárias, por sua vez, se caracterizam por serem menos visíveis e atuarem de forma mais variada na identidade individual. Formam essa dimensão, a formação educacional, localização geográfica, religião, língua materna, situação familiar, estilo e experiência de trabalho, experiência militar, papel e nível organizacional, renda, estilo de comunicação, crença de saúde e interesses de lazer. (LODEN & ROSENER, 1991; ARREDONDO, 2004). As dimensões terciárias englobam os momentos históricos da vida de alguém. Fazem parte dessa dimensão crenças, premissas, atitudes, sentimentos, valores e as normas de grupo (ARREDONDO, 2004).

Homogeneidade e heterogeneidade cultural no ambiente de trabalho

Quando a diversidade é analisada no interior das organizações, ela pode trazer vantagens e desvantagens. A teoria da identidade social defende que homogeneidade cultural nos grupos geridos pode aumentar o nível de satisfação e cooperação entre os membros e diminuir os conflitos emocionais, evitando, assim, a inibição de organizações

pelos processos de identificação e de auto categorização deletérios (BLAU, 1977; WILLIAMS & O'REILLY, 1998). Há uma tendência nesses grupos de seus membros se comunicarem melhor entre si, talvez por compartilharem dos mesmos pensamentos e não apresentarem barreiras culturais significantes para as relações sociais, havendo um maior número de associações positivas e contatos dentro deles (BLAU, 1977; EARLEY & MOSAKOWSKI, 2000).

Conforme a diversidade cultural for aumentando dentro de uma organização, os processos psicológicos associados com a teoria de identidade social e os processos de auto categorização tornar-se-ão mais favoráveis para surgirem, o que levarão a criação de barreiras para as relações sociais, resultantes de vieses cognitivos do tipo “dentro/fora do grupo” (BLAU, 1977). Isso acontece, porque os indivíduos mostram-se mais solidários com os que fazem parte de seu grupo, que pode ser baseado, por exemplo, em raça ou gênero, e discriminam os que estão de fora (TAJFEL & TURNER, 1985). Na medida em que existirem mais subculturas em grupos moderadamente heterogêneos, os conflitos serão potencialmente maximizados, trazendo prejuízos para a boa comunicação e interação entre os grupos (ALEXANDER *et al.*, 1995; EARLEY & MOSAKOWSKI, 2000).

Níveis elevados de heterogeneidade, por sua vez, podem enfraquecer as barreiras ao intercâmbio social eficaz, uma vez que, os membros dos grupos serão difundidos mais uniformemente sobre as categorias de diversidade cultural e as identidades de “dentro/fora do grupo” serão reduzidas (BLAU, 1977, ALEXANDER *et al.*, 1995). A comunicação e os contatos que são feitos diariamente em organizações altamente heterogêneas são mais propensos de envolverem membros de diferentes grupos raciais e de gêneros e, como consequência, as pressões dentro dos grupos que inibem interações sociais com os indivíduos que estão de fora acabam sendo enfraquecidas (BLAU, 1977).

Organizações multiculturais obtêm vantagens em vários aspectos para um melhor funcionamento e obtenção de lucros. Essas vantagens podem resultar de diversos fatores. Um deles é a atração e retenção de funcionários talentosos, com a abertura da organização para mulheres e minorias, gerando uma força de trabalho mais ampla. Quando os grupos minoritários qualificados são tratados de forma devida, sem injustiça nem desigualdades, podendo crescer dentro da organização, eles levam a organização a obterem uma maior vantagem competitiva. Outro ponto positivo é o melhor preparo dessas organizações em servir uma clientela externa diversificada em um mercado cada vez mais globalizado. Isto é proveniente de uma melhor compreensão das exigências dos ambientes jurídicos, políticos, sociais, econômicos e culturais de outros países que essas organizações multiculturais apresentam (ADLER, 1991).

A diversidade tem alguns inconvenientes que moderam suas vantagens significativas. Sob condições de incerteza e complexidade, podem surgir frustrações e conflitos disfuncionais e as organizações terem custos elevados em tempo e em recursos financeiros para resolução desses problemas (MAZUR, 2010). A diversidade pode dificultar

na escolha de qual direção a ser seguida e gerar choques culturais e interações negativas, prejudicando, principalmente os grupos minoritários e as mulheres nas resoluções dos conflitos, pois, de forma tradicional, os grupos majoritários são os beneficiados em situações deste tipo (MAZUR, 2010).

Gerindo as diferenças

A gestão da diversidade é a aderência de normas administrativas que assegurem que as peculiaridades individuais ou de grupo, possam ser acatados como meio de promoção dos resultados da empresa (ALVES & GALEÃO-SILVA, 2003).

Ao reconhecer as igualdades e divergências importantes no seu meio, o questionamento a seguir, é como as organizações irão lidar e gerir com tudo isto. Ser sensível às diferenças é preciso, no entanto, sensibilidade por si só não é o suficiente para que se alcance resultados positivos (FURTADO, 2014).

O emprego de pessoas diferentes pode ser visto como uma estratégia competitiva, que fomenta a criatividade deriva da convivência de indivíduos diversos, onde a diversidade para a empresa é um meio de aumentar a variação de negócios (BITENCOURT, 2010). A boa gestão da diversidade nas organizações também pode acarretar no aumento da lucratividade, auxiliar na redução de custos, atrair bons talentos que podem ser de boa valia para as ideias de publicidade e propaganda (DUBRIN, 2003).

A diversidade gera boas oportunidades porque promove o conhecimento e predispõe-se a entender e aceitar as diferenças. A gestão da diversidade cultural nas organizações não significa que deve haver tratamento diferenciado às minorias, e sim, que a forma de gerir a diversidade deve ser inclusiva, onde todos os indivíduos tenham participação e oportunidades igualitárias (FURTADO, 2014).

Análise da literatura sobre alguns grupos minoritários no ambiente de trabalho

A discriminação no ambiente de trabalho é resultado da fixação de uma identidade específica como norma, que normalmente é associada no espaço organizacional a imagem de um “homem branco, jovem, sem deficiência e heterossexual” (BULGARELLI, 2008). Tomando por base a padronização da identidade, todos que fogem da identidade social normalizada são os “anormais”, por não se enquadrarem com o grupo. É daí que começa a discriminação, porque o grupo, buscando manter a sua estabilidade, acaba marginalizando os que são diferentes (JODELET, 1998).

A participação de pessoas com deficiência no mercado de trabalho é muito baixa. No Brasil, 11% da população brasileira declararam ter algum tipo de dificuldade motriz, intelectual ou sensorial grave de acordo com dados preliminares do IBGE de 2010 (CAVALCANTI, 2011). Em 2009, apenas 0,7% das pessoas que estavam empregadas, tinham algum tipo de deficiência (GARCIA, 2010). A discriminação pode ser percebida em uma organização quando ela prefere contratar pessoas com deficiências leves ou imperceptíveis ou quando ela concentra a contratação em um só tipo de deficiência e ainda

isola essas pessoas em uma só área da organização (GARCIA, 2010).

O racismo é a ideologia base para a discriminação e é qualquer fenômeno que justifique as diferenças, preferências, privilégios, dominação, hierarquias e desigualdades materiais e simbólicas entre os seres humanos, baseado na ideia de raça (LIMA & VALA, 2004; SCHUCMAN, 2010).

O preconceito acontece não por diferença na educação, mas por mecanismo indiretos, resultantes de estereótipos negativos relacionados com os negros. Esses mecanismos intervêm nos procedimentos organizacionais, podendo influenciar na avaliação do potencial e habilidades dos negros (BENTO, 2000; ABRAMO, 2006).

Desde o início da humanidade, a mulher foi incumbida do trabalho doméstico e sempre se limitou à esfera privada das sociedades. Na civilização primitiva, quando os nômades se fixam ao solo e se tornam agricultores, a mulher passa a ser responsável pelos cuidados do lar enquanto o homem sai para caçar, pescar e guerrear. No início da indústria doméstica, também era competência das mulheres os campos e as colheitas, a tecelagem e a fabricação de utensílios através do barro, elas presidem também à troca de mercadorias (BEAUVOIR, 1991).

De acordo com Bruschini (2007), a mulher vem ocupando, cada vez mais, espaços sociais, culturais, profissionais e políticos que tradicionalmente eram reservados aos homens. A conquista de direitos legais, inserção no espaço público, notadamente no mundo do trabalho remunerado, importantes alterações na esfera privada e o enfraquecimento da hierarquia de gênero nas relações conjugais, são exemplos dessa amplitude.

Dentro das organizações há também a presença dos homossexuais, e independente do gênero, ainda nos dias atuais, seguem sofrendo algum tipo de ação discriminatória, não somente no meio social, mas também, a discriminação ocorre dentro das organizações (IRIGARAY & FREITAS, 2011).

CONCLUSÕES

A questão da diversidade nas organizações ainda não alcançou resultados satisfatórios, onde todos os indivíduos, independentemente de suas origens, características ou escolhas, usufruam dos privilégios de igual modo. Neste estudo, foi observado que pessoas com algum tipo de deficiência (motriz, intelectual ou sensorial), negros, mulheres e homo ou bissexuais, ainda encontram uma resistência para encontrarem e se manterem em algum tipo de emprego e, quando empregados, parecem enfrentar situações desfavoráveis. Mesmo com as políticas públicas de inserção destes no mercado de trabalho, muita coisa ainda precisa melhorar. Nota-se também, de acordo com o material pesquisado, que questões ligadas às diferenças de tratamento por gênero ou tons de pele, apresentam-se numa frequência mais elevada do que as ligadas à inserção dos homossexuais nas organizações, havendo assim, a necessidade de um maior enfoque sobre a temática.

Durante a investigação bibliográfica constatou-se, a necessidade de um maior embasamento teórico, tanto na literatura nacional como internacional que aborde o tema diversidade no contexto organizacional. Com isso, se nota uma escassez em estudos que auxiliem aos profissionais de Gestão de Pessoas a lidar com as diversas culturas existentes nas organizações.

REFERÊNCIAS

ABRAMO, L. Desigualdades de gêneros e raça no mercado de trabalho. **Ciência e Cultura**. São Paulo, v. 58, n. 4, p. 40-41, 2006.

ADLER, N. *International Dimensions of Organisational Behaviour*, PWS._Kent, 1991.

ALEXANDER, J.; NUCHOLS, B.; BLOOM, J.; LEE, S. Organizational demography and turnover: An examination of multiform and nonlinear heterogeneity. **Human Relations**, Vol.48, pp. 1455–1480, 1995.

ALVES, M. A.; GALEÃO-SILVA, L. G. A Crítica da gestão da diversidade nas organizações. **RAE**, 44(3), pp. 20-29, 2003

ARREDONDO, P. **Organizational Assessments for Planning Diversity Initiatives**, A Workshop presented at Arizona State University on February 12th, 2004.

BEAUVOIR, S de. *O segundo sexo*. 8.ed. Rio de Janeiro: **Nova Fronteira**, 1991.

BENTO, M. A. S. Igualdade e diversidade no trabalho. In: BENTO, M. A. S. (Org.). *Ação afirmativa e diversidade no trabalho*. São Paulo: **Casa do Psicólogo**, p. 13-32, 2000.

BLAU, P.M. *Inequality and heterogeneity*. New York: **Free Press**, 1977.

BULGARELLI, R. *Diversos somos todos: valorização, promoção e gestão da diversidade nas organizações*. São Paulo: **Cultura**, 2008.

BRUSCHINI, C. Trabalho e Gênero no Brasil nos últimos dez anos. **Cadernos de Pesquisa**, v.37, n. 132, p. 1-33, set/dez. 2007.

CAVALCANTI, F. *A política do ministério do trabalho referente à empregabilidade de pessoas com deficiência*. São Paulo: **Serasa Experian**, 2011.

DUBRIN, A. J. **Fundamentos do Comportamento Organizacional**. S/L: Cengage Learning Editores, 2003.

EARLEY, P. C.; MOSAKOWSKI, E. *Creating hybrid team cultures: An empirical test of transnational team functioning*. **Academy of Management Journal**, 43, pp. 26–49, 2000.

FURTADO, A. *Manual de curso de lidar com a diversidade cultural e promover a igualdade e valorizar a diferença*. 2014. Disponível em: <http://www.cidadesglocais.org/ficheiros/file/diversidade_cultural.pdf>. Acesso em: setembro de 2015.

GARCIA, V. G. Pessoas com deficiência e o mercado de trabalho: histórico e contexto **contemporâneo**. 2010. 199 f. Tese (doutorado em economia) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

IRIGARAY, H. A. R.; FREITAS, M. E. Sexualidade e organizações: estudo sobre lésbicas no ambiente de trabalho. **Organizações & Sociedade**, 2011.

JODELET, D. A alteridade como produto e processo psicossocial. In: ARRUDA, A. (Org.). **Representando a alteridade**. Petrópolis, Vozes, 1998, p. 83-108.

LIMA, M. E. O.; VALA, J. As novas formas de expressão do preconceito e do racismo. **Estudos de Psicologia**, Natal, n. 3, v. 9, p. 401-411, 2004.

LODEN, M.; ROSENER, J. B. Workforce America! Managing Employee Diversity as a Vital Resource. Illinois: **Business One Irwin**, 1991.

MAZUR, B. Cultural Diversity in Organisational Theory and Practice. **Journal of Intercultural Management**, v. 2, n. 2, pp. 5–15, 2010.

MELLO, L. G. Dinamismo Cultural. In: **Antropologia Cultural: Iniciação, Teoria e Temas**. 3. ed. Petrópolis:Vozes, 1986. Cap.3, p.79-126.

RIJAMAMPANINA, R., CARMICHAEL, T. A pragmatic and holistic approach to managing diversity. Problems and Perspectives in Management, 1. Rotter, N.G., O'Connell A.N., 1982. The relationships among sex-role orientation, cognitive complexity, and tolerance for ambiguity. **Sex Roles**, Vol. 8, No. 12, pp. 1209-1220, 2005.

SCHUCMAN, L. V. Racismo e antirracismo: a categoria raça em questão. **Psicologia Política**. São Paulo, v. 10, n. 19, pp. 41-55, 2010.

THOMAS, R. R. Beyond Race and Gender: Unleashing the Power of Your Total Work Force by Managing Diversity, New York: **AMACOM**, 1991.

WILLIAMS, K.; O'REILLY, C. Forty years of diversity research: A review [in:] Staw, B.M., Cummings, L.L., (Eds.), Research in organizational behavior. CT: **JAI Press**, 1998.

SOBRE A FORMALIZAÇÃO DO CONJUNTO DOS NÚMEROS REAIS COMO UM CORPO ORDENADO COMPLETO

Data de aceite: 01/06/2022

Juliana Hazt

Universidade Estadual do Centro-Oeste
Guarapuava-PR

Ceni Rafaele da Cruz

Universidade Estadual do Centro-Oeste
Guarapuava-PR

Marlon Soares

Universidade Estadual do Centro-Oeste
Guarapuava-PR

RESUMO: Neste trabalho são apresentados os resultados de um estudo envolvendo a formalização do conjunto dos números reais como um corpo ordenado completo, que foi motivado pela ausência dessa formalização em alguns livros clássicos de Análise Real.

PALAVRAS-CHAVE: Números reais; Análise Real; cortes de Dedekind.

ABSTRACT: This work presents the results of a study involving the formalization of the set of real numbers as a complete ordered field, which was motivated by the absence of this formalization in some classical textbooks.

KEYWORDS: Real numbers; real analysis; Dedekind cuts.

INTRODUÇÃO

Em (WEISS, 2015) são apresentados os procedimentos mais conhecidos para a

construção formal do conjunto dos números reais, que doravante será denotado por \mathbb{R} . Conforme pode ser constatado nas referências desse trabalho, independentemente do procedimento adotado, os processos envolvidos no seu desenvolvimento são bastante elaborados.

A formalização do conjunto dos números reais, após perpassar a estrutura de corpo ordenado, encontra seu apogeu na completude, ou seja, no fato que todo subconjunto não vazio de \mathbb{R} , limitado superiormente, possui supremo (equivalentemente, que todo subconjunto não vazio de \mathbb{R} , limitado inferiormente, possui ínfimo).

Tais conceitos não se limitam à caracterização da completude, sendo essenciais para o desenvolvimento da Análise Real, seja na demonstração de resultados importantes, como o Teorema de Bolzano e o Teorema de Weierstrass, seja na definição da Integral de Riemann.

Apesar da completude ser essencial para o estudo da Análise Real, doravante denominada Análise, é comum os autores de livros-texto clássicos omitirem a formalização do conjunto \mathbb{R} como um corpo ordenado completo. O que levantou a seguinte questão: seria tal formalização tão extensa ou tão complexa, a ponto de ser omitida?

REVISÃO DE LITERATURA

Desde a primeira tentativa de formalização do conjunto dos números reais pelo matemático Simon Steven, em 1585, no ensaio *De Thiende*, passaram-se 287 anos, e mais algumas tentativas frustradas, até que Dedekind (1872), utilizando o conceito de *corte*, conseguisse tal feito. Na ocasião, Dedekind tentava provar que “toda sequência monótona e limitada é convergente”, quando constatou que seria impossível tal prova sem formalizar \mathbb{R} .

Ao fazer isso, Dedekind assegurou a existência do supremo e do ínfimo. Tais conceitos são essenciais no desenvolvimento da Análise, tanto na demonstração de resultados importantes, como o Teorema de Bolzano e o Teorema de Weierstrass, quanto na definição da Integral de Riemann.

Apesar da sua importância no desenvolvimento da Análise, conforme pode ser visto a seguir, é comum livros-texto clássicos omitirem a formalização do conjunto dos números reais como um corpo ordenado completo.

Em (LIMA, 2019, p. 26-33,44), são destinadas oito páginas ao conjunto dos números naturais, para simplesmente assumir axiomáticamente, à p. 64, que “existe um corpo ordenado completo, \mathbb{R} , chamado o corpo dos números reais”.

Por sua vez, em (ÁVILA, 2006, p. 57-64), são dedicadas oito páginas para tentar descrever \mathbb{R} com um misto de fatos históricos e resultados incompletos, associados a informações de pouca relevância para tal fim. Chegando a afirmar, logo após a definição de corte, a respeito de um certo conjunto E , formado exclusivamente por números racionais “o conjunto E é uma semirreta”.

Enquanto, em (FIGUEIREDO, 1996, p. 11-12), ao final de uma descrição informal do conjunto \mathbb{R} , que inclui a definição formal de corte, aparece o seguinte equívoco: “Exemplo de um corte: o conjunto A formado pelos números racionais negativos e pelos números racionais positivos r tais que $r^2 < 2$.”

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir será apresentada a formalização de \mathbb{R} como um corpo ordenado completo, considerando conhecidos os resultados que fazem do conjunto \mathbb{Q} , dos números racionais, um corpo ordenado. Com o propósito de não estender em demasia o assunto, serão apresentadas somente as demonstrações que não decorrem exclusivamente nas definições e de alguma manipulação algébrica.

Definição 1.1. Diz-se que um subconjunto α de \mathbb{Q} é um *corte* se satisfaz:

(C1) $\alpha \neq \emptyset$ e $\alpha \neq \mathbb{Q}$;

(C2) dados $s \in \alpha$ e $r \in \mathbb{Q}$ tais que $r < s$, temos $r \in \alpha$;

(C3) dado $s \in \alpha$, existe algum $t \in \alpha$ tal que $s < t$.

Exemplo 1. Para qualquer $q \in \mathbb{Q}$, o conjunto $q^* = \{x \in \mathbb{Q} : x < q\}$ é um corte, pois

verifica-se facilmente que satisfaz q^* as condições (C1), (C2) e (C3).

Exemplo 2. Para qualquer primo p , o conjunto $\sqrt{p} = \{x \in \mathbb{Q} : x < 0 \text{ ou } x^2 < p\}$ é um corte. De fato, (C1) e (C2) são facilmente verificadas. Ademais, dado $s \in \sqrt{p}$, tomando $t = 2(s + 1)(s + 2) - 1$, tem-se $t \in \sqrt{p}$ tal que $s < t$, donde \sqrt{p} satisfaz (C3).

É fácil ver que, dado um primo p , não existe $q \in \mathbb{Q}$ tal que $q^* = \sqrt{p}$. Os cortes da forma q^* são ditos cortes racionais, os demais cortes, dentre eles os da forma \sqrt{p} , com p primo, são ditos cortes irracionais. Ademais, o conjunto de todos os cortes é denominado o conjunto dos números reais e denotado por \mathbb{R} .

Lema 1.2. Dado $a \in \mathbb{R}$, valem as seguintes propriedades:

(i) para todo $a \in a$ e todo $k \notin a$, tem-se que $a < k$;

(ii) dado $x \in \mathbb{Q}$, com $x > 0$, existem $a \in a$ e $k, k' \notin a$ tais que $k - a = x$ e $k' < k$.

Demonstração. (ii) Dados $a' \in a$ e todo $k' \notin a$, seja $M = \{p \in \mathbb{N} : a' + px \notin a\}$. Como $M \neq \emptyset$, pelo princípio da boa ordenação, M possui um menor elemento m . Tomando $a' = a' + (m - 1)x$ e $k' = a' + mx$, tem-se $a' \in a$ e $k' \notin a$ tais que $k' - a' = x$. Como $a' \in a$, por (C3), existe algum $a \in a$ tal que $a' < a$ e, tomando $k = k' + (a - a')$, tem-se $k \notin a$ tal que $k - a = x$ e $k' < k$.

Definição 1.3. Denomina-se adição sobre \mathbb{R} à operação cuja soma é dada por:

$$a + \beta = \{x \in \mathbb{Q} : x = a + b, \text{ com } a \in a \text{ e } b \in \beta\}.$$

Note que se $a \in \mathbb{R}$ então $-a = \{x \in \mathbb{Q} : x < -k, \text{ para algum } k \notin a\} \in \mathbb{R}$. Também note que se $0^* < a$ então $-a < 0^*$.

Lema 1.4. A adição sobre \mathbb{R} satisfaz a seguintes propriedades:

(i) $a + (\beta + \gamma) = (a + \beta) + \gamma$, para todo $a, \beta, \gamma \in \mathbb{R}$;

(ii) $a + \beta = \beta + a$, para todo $a, \beta \in \mathbb{R}$;

(iii) $a + 0^* = a$ e $0^* + a = a$, para todo $a \in \mathbb{R}$;

(iv) $a + (-a) = 0^*$ e $-a + a = 0^*$, para todo $a \in \mathbb{R}$.

Demonstração. (ii) Dado $x \in a + (-a)$, tem-se $x = a + b$, com $a \in a$ e $b < -k$, para algum $k \notin a$. Como $a \in a$ e $k \notin a$, por 1.2(i), tem-se que $a < k$ e, uma vez que $b < -k$, que $x = a + b < k + (-k) = 0$. Assim, $x \in 0^*$ e, sendo x arbitrário, segue que $a + (-a) \subseteq 0^*$. Por sua vez, dado $x \in 0^*$, tem-se $0 < -x$ e, por 1.2(ii), existem $a \in a$ e $k \notin a$ tais que $x - a < -k$, donde segue que $x - a \in -a$. Assim, $x = a + (x - a) \in a + (-a)$ e, sendo x arbitrário, segue que $0^* \subseteq a + (-a)$. Portanto, $a + (-a) = 0^*$ e outra igualdade decorre do item (ii).

Definição 1.5. Dados $a, \beta \in \mathbb{R}$, diz-se que a é menor do que β , denotando $a < \beta$, se $\beta \setminus a \neq \emptyset$.

Definição 1.6. Denomina-se multiplicação sobre \mathbb{R} à operação cujo produto é dado por:

$$\alpha \cdot \beta = \begin{cases} \{x \in \mathbb{Q}: x \leq a \cdot b, \text{ com } a \in \alpha, b \in \beta \text{ e } a, b > 0\}, & \text{se } \alpha > 0^* \text{ e } \beta > 0^* \\ 0^*, & \text{se } \alpha = 0^* \text{ ou } \beta = 0^* \\ -((-\alpha) \cdot \beta), & \text{se } \alpha < 0^* \text{ e } \beta > 0^* \\ -(\alpha \cdot (-\beta)), & \text{se } \alpha > 0^* \text{ e } \beta < 0^* \\ (-\alpha)(-\beta), & \text{se } \alpha < 0^* \text{ e } \beta < 0^* \end{cases}.$$

Note que se $0^* < \alpha$ então $\alpha^{-1} = \{x \in \mathbb{Q}: x < k^{-1}, \text{ para algum } k \notin \alpha\} \in \mathbb{R}$ e $0^* < \alpha^{-1}$. Também note que se $\alpha < 0^*$ então $\alpha^{-1} = -((-a)^{-1}) \in \mathbb{R}$.

Lema 1.9. A multiplicação sobre \mathbb{R} satisfaz as seguintes propriedades:

- (i) $\alpha \cdot (\beta \cdot \gamma) = (\alpha \cdot \beta) \cdot \gamma$, para todo $\alpha, \beta, \gamma \in \mathbb{R}$;
- (ii) $\alpha \cdot \beta = \beta \cdot \alpha$, para todo $\alpha, \beta \in \mathbb{R}$;
- (iii) $\alpha \cdot (\beta + \gamma) = \alpha \cdot \beta + \alpha \cdot \gamma$ e $(\beta + \gamma) \cdot \alpha = \beta \cdot \alpha + \gamma \cdot \alpha$, para todo $\alpha, \beta, \gamma \in \mathbb{R}$;
- (iv) $\alpha \cdot 1^* = \alpha$ e $1^* \cdot \alpha = \alpha$, para todo $\alpha \in \mathbb{R}$;
- (v) $\alpha \cdot \alpha^{-1} = 1^*$ e $\alpha^{-1} \cdot \alpha = 1^*$, para todo $\alpha \in \mathbb{R}$, com $\alpha \neq 0^*$.

Demonstração. (v) No caso em que $0^* < \alpha$ e, portanto, $0^* < \alpha^{-1}$, dado $x \in \alpha \cdot \alpha^{-1}$, tem-se $x \leq a \cdot b$, com $a \in \alpha, 0 < a$ e $0 < b < k^{-1} < \alpha^{-1}$ e, por conseguinte, que $x < 1$. Assim, $x \in 1^*$ e, sendo x arbitrário, segue que $\alpha \cdot \alpha^{-1} \subseteq 1^*$. Por sua vez, dado $x \in 1^*$, tem-se dois subcasos: $x \leq 0$ e $0 < x$. Se $x \leq 0$, como $0^* < \alpha$ e $0^* < \alpha^{-1}$, existem $x \in \alpha$ e $b \in \alpha^{-1}$ tais que $a, b > 0$. Logo, $x \leq 0 < ab$, com $x \in \alpha, b \in \alpha^{-1}$ e $a, b > 0$, donde $x \in \alpha \cdot \alpha^{-1}$. Se $0 < x$, dado $a \in \alpha$, com $0 < a$, seja $n \in \mathbb{N}$ tal que $s = ax - n + 1 \in \alpha$ e $k = ax - n \in \alpha$ (tal n existe pois $x - 1 > 1$ e $a \notin \mathbb{Q}$). Como $s \in \alpha$, por (C3), existe algum $t \in \alpha$ tal que $0 < s < t$. Assim, obtém-se $b = k^{-1}t - 1s$ tal que $0 < b < k^{-1}$, para algum $k \notin \alpha$, ou seja, tal que $b \in \alpha^{-1}$, com $b > 0$. Donde, $x = tb \in \alpha \cdot \alpha^{-1}$ e, sendo x arbitrário, segue que $1^* \subseteq \alpha \cdot \alpha^{-1}$. Portanto, nesse caso, $\alpha \cdot \alpha^{-1} = 1^*$ e a outra igualdade decorre do item (ii). No caso em que $\alpha < 0^*$, como $0^* \leftarrow \alpha$, tem-se $\alpha^{-1} < 0^*$ e $0^* \leftarrow \alpha^{-1}$, donde por 1.6, tem-se $\alpha \cdot \alpha^{-1} = 1$. Também nesse caso, a outra igualdade decorre do item (ii).

Como consequência imediata de 1.4 e 1.9 obtém-se o seguinte resultado.

Teorema 1.10. O conjunto \mathbb{R} , munido da adição e multiplicação usuais, é um corpo. O resultado a seguir garante que \mathbb{R} é um corpo ordenado.

Teorema 1.11. Dados $\alpha, \beta, \gamma, \delta \in \mathbb{R}$, valem as seguintes propriedades:

- (i) se $\alpha < \beta$ e $\beta < \gamma$ então $\alpha < \gamma$;
- (ii) apenas uma das alternativas ocorre: ou $\alpha = \beta$ ou $\alpha < \beta$ ou $\beta < \alpha$;
- (iii) se $\alpha < \beta$ então $\alpha + \gamma < \beta + \gamma$;
- (iv) quando $\gamma > 0^*$, tem-se que $\alpha < \beta$ se, e somente se, $\alpha \cdot \gamma < \beta \cdot \gamma$.

Demonstração. (iii) Supondo que $\alpha < \beta$, por 1.5, tem-se $\beta \alpha \neq \emptyset$ e, assim, existe algum $b \in \beta$ tal que $b \notin \alpha$. Como $b \notin \alpha$, segue que $b > \alpha$, para todo $a \in \alpha$, e sendo $b \in \beta$, por (C2), tem-se $a \in \beta$, para todo $a \in \alpha$, donde $\alpha \subseteq \beta$. Note que, se $\beta + \gamma < \alpha + \gamma$, 1.5, tem-se $\alpha + \gamma \cap \beta + \gamma \neq \emptyset$ e, assim, existe algum $x \in \alpha + \gamma$ tal que $x \notin \beta + \gamma$, o contradizendo o fato que $\alpha \subseteq \beta$. Se $\alpha + \gamma = \beta + \gamma$, adicionado $-\gamma$, obtém-se $\alpha = \beta$, contradizendo a hipótese. Portanto, segue que $\alpha + \gamma < \beta + \gamma$. Reciprocamente, supondo que $\alpha + \gamma < \beta + \gamma$, pelo que foi provado,

segue que $(a + y) - y < (\beta + y) - y$ e, por propriedades de 1.4, obtém-se que $a < \beta$.

(iv) Supondo que $a < \beta$, pelo item (ii) e 1.4(iv), segue que $\beta - a > 0^*$. Assim, existe algum $a \in \beta - a$ tal que $a > 0$, donde $a > \frac{a}{2} > 0$. Além disso, sendo $y > 0^*$, existe algum $b \in y$ tal que $b > 0$, donde $b > b/2 > 0$. Tomando $x = a/2 \cdot b/2$, tem-se $x \in (\beta - a)y$, com $x > 0$, donde $(\beta - a)y > 0^*$ e, por propriedades de 1.4 e o item (iii), segue que $a \cdot y < \beta \cdot y$. Reciprocamente, supondo que $a \cdot y < \beta \cdot y$, como $y^{-1} > 0^*$, pelo que foi provado, segue que $(a \cdot y) \cdot y^{-1} < (\beta \cdot y) \cdot y^{-1}$ e, por propriedades de 1.9, obtém-se que $a < \beta$.

Sejam $X \subseteq \mathbb{R}$, com $X \neq \emptyset$, e $\alpha, \beta \in \mathbb{R}$. Diz-se que α é uma cota inferior de X (e que X é limitado inferiormente) se $\alpha \leq x$, para todo $x \in X$. Diz-se que β é uma cota superior de X (e que X é limitado superiormente) se $x \leq \beta$, para todo $x \in X$.

Definição 1.12. Dados X limitado inferiormente e $a \in \mathbb{R}$, diz-se que a é o *ínfimo* de X se:

(I1) $a \leq x$, para todo $x \in X$;

(I2) dado $c \in \mathbb{R}$, com $a < c$, existe algum $x \in X$ tal que $x < c$.

Definição 1.13. Dados X limitado superiormente e $b \in \mathbb{R}$, diz-se que b é o *supremo* de X se:

(S1) $x \leq b$, para todo $x \in X$;

(S2) dado $c \in \mathbb{R}$, com $c < b$, existe algum $x \in X$ tal que $c < x$.

Finalmente, temos os resultados que asseguram a completude de \mathbb{R} .

Teorema 1.14. Todo subconjunto de \mathbb{R} , limitado superiormente, possui supremo.

Demonstração. Seja $X \subseteq \mathbb{R}$ limitado superiormente. Considerando $b = \sup X$, é fácil verificar que b é um corte. Ademais, como $X \subseteq b$, para todo $x \in X$, tem-se $x \leq b$, para todo $x \in X$, donde vale (S1). Por sua vez, dado $c \in \mathbb{R}$, com $c < b$, tem-se $b \setminus c \neq \emptyset$ e, assim, existe algum $y \in b$ tal que $y \notin c$. Uma vez que $y \in b$ e $b = \sup X$, deve existir algum $x \in X$ tal que $c < x$ e $y \notin c$, donde $x \setminus c \neq \emptyset$. Assim, existe algum $x \in X$ tal que $c < x$, donde vale (S2). Logo, b é o supremo de X e, portanto, X possui supremo.

Teorema 1.15. Todo subconjunto de \mathbb{R} , limitado inferiormente, possui ínfimo.

Demonstração. Seja $X \subseteq \mathbb{R}$ limitado inferiormente. Considerando S o conjunto de todas as cotas inferiores de X , tem-se S não vazio e tal que qualquer elemento de X é uma cota superior de S . Assim, S é limitado superiormente e, por 1.14, existe algum $a \in \mathbb{R}$ tal que a é o supremo de S . Observe que a é uma cota inferior de X , pois se $x < a$, para algum $x \in X$, existe algum $\varepsilon \in \mathbb{R}$ tal que $x < \varepsilon < a$, contradizendo o fato que a é a menor das cotas superiores de S . Note também que a é a maior das cotas inferiores de X , pois se existisse algum $c \in \mathbb{R}$ tal que $a < c \leq x$, para todo $x \in X$, então teríamos $c \in S$, com $a < c$, contradizendo o fato que a é uma cota superior de S . Logo, a é o ínfimo de X e, portanto, o conjunto X possui ínfimo.

Embora 1.15 tenha sido obtido como uma consequência de 1.14, tais resultados são equivalentes e, portanto, 1.14 pode ser obtido de 1.15. Finalmente, cabe destacar que expressa-se o fato que o corpo ordenado \mathbb{R} satisfaz esses resultados dizendo que \mathbb{R}

é completo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme visto na revisão de literatura, dois autores de livros-texto clássicos de Análise dedicam oito páginas de seus livros ora tratando dos números naturais que, apesar da sua importância, não são o foco principal da Análise Real, ora fazendo uma descrição informal, incompleta e com equívocos. Enquanto outro autor de livro-texto clássico, ao comentar a formalização proposta por Dedekind, após apresentar a definição de corte, usa um exemplo equivocado dessa noção, a saber: “conjunto A formado pelos números racionais negativos e pelos números racionais positivos r tais que $r^2 < 2$ ”. De fato, se A fosse um corte, como $1 \in A$, pois $1^2 < 2$, e $0 < 1$, por (C2), implicaria que $0 \in A$.

Embora neste trabalho sejam omitidas as demonstrações de vários itens, durante a investigação todos foram devidamente provados. Em virtude disso, pode-se afirmar que o desenvolvimento completo da teoria aqui apresentada ocuparia, na formatação tipográfica de um livro, no máximo oito páginas. Isso caso fossem incluídos, com detalhes, vários exemplos interessantes. No entanto, para expor tal teoria de forma sucinta, mas com o devido formalismo e todas as demonstrações, não seriam necessárias mais do que seis páginas.

O exposto acima e o fato que a formalização de \mathbb{R} como um corpo ordenado completo não exige um esforço cognitivo maior do que já é naturalmente exigido em Análise, permitem afirmar que nem a extensão do conteúdo nem a complexidade do assunto justificam sua ausência em livros-texto de Análise. Além do que, com a formalização, equívocos como o do exemplo supracitado podem ser facilmente percebidos pelo leitor, pois a formalização de uma teoria ajuda, inclusive, a desenvolver habilidade para isso.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, G. **Análise Matemática para Licenciatura**. São Paulo: Edgar Blucher, 3 ed. 2006, 246 p.

DEDEKIND, R. **Stetigkeit und Irrationale Zahlen**. Braunschweig: Vieweg, 1872, 31 p.

FIGUEIREDO, D.G. **Análise I**. Rio de Janeiro: LTC, 2 ed. 1996, 256 p.

LIMA, E. L. **Curso de Análise Vol. 1**. Rio de Janeiro: IMPA, 15 ed. 2019, 308 p.

WEISS, I. The real numbers – A survey of constructions. **Rocky Mountain Journal of Mathematics**, v. 45, n. 3, 2015, p. 737-762.

ELABORAÇÃO E EXECUÇÃO DO PROJETO MAIS SAUDE

Data de aceite: 01/06/2022

Data de submissão: 22/04/2022

Simone Matos dos Santos Teixeira

Instituto Federal do Tocantins
Paraíso do Tocantins – TO
<http://lattes.cnpq.br/9019206500944573>

Clédson de Souza Magalhães

Instituto Federal do Tocantins
Paraíso do Tocantins – TO
<http://lattes.cnpq.br/1031481781181749>

RESUMO: Este artigo é parte de um trabalho realizado com um grupo de estudantes do curso de bacharelado em Administração do Instituto Federal do Tocantins. O presente trabalho se propôs a realizar um projeto social visando arrecadar brinquedos e fundos para reestruturar a brinquedoteca do Hospital local e consequentemente proporcionar a diminuição da resistência das crianças ao atendimento e tratamento médico hospitalar mediante internação, através da melhoria da qualidade de vida no ambiente hospitalar. A princípio foram organizadas palestras com a ajuda de voluntários, onde as crianças foram conscientizadas e levadas a conhecer a brinquedoteca do hospital. Posteriormente, foram arrecadados junto à comunidade 126 novos brinquedos e com a realização da feijoada beneficente fora arrecadado um valor significativo que foi utilizado para melhorias no espaço, e compra de balanços e escorregadores. Proporcionando as crianças

um ambiente favorável à aceitação do tratamento adequado.

PALAVRAS-CHAVE: Hospital, Projeto social, Voluntário.

PREPARATION AND EXECUTION OF THE MORE HEALTH PROJECT

ABSTRACT: This article is part of a work carried out with a group of students from Administration at the Instituto Federal do Tocantins. This work proposed to carry out a social project aimed at collecting toys and funds to restructure the toy library of the local Hospital and consequently provide a reduction in the resistance of children to hospital medical care and treatment through hospitalization, through the improvement of the quality of life in the hospital environment. At first, lectures were organized with the help of volunteers, where the children were made aware and taken to know the hospital's toy library. Subsequently, 126 new toys were collected from the community and a significant amount was raised with the benefit of the feijoada, which was used for improvements in the space, and the purchase of swings and slides. Providing children with an environment favorable to the acceptance of appropriate treatment.

KEYWORDS: Hospital, Social project, Volunteer.

1 | INTRODUÇÃO

Diante de um ambiente hospitalar, as crianças em geral, sentem-se ameaçadas. Este sentimento causa alterações no comportamento espontâneo de sua vida diária, uma vez que

as instituições hospitalares, culturalmente, priorizam os cuidados com a doença física, esquecem-se dos aspectos biopsicossociais do ser humano e esperam que essas crianças contribuam passivamente com tratamento ao qual estão sendo submetidas.

Essa condição é encontrada em muitos hospitais pediátricos promovendo transtornos as crianças internadas, os quais podem ser potencialmente traumáticos, incidindo em prejuízos a saúde mental desta criança que permanecerá mesmo após a alta hospitalar.

Segundo Gomes (2004), a exposição da criança à internação promove alterações no curso de seu desenvolvimento provocando mudanças na sua forma de ver o mundo, uma vez que a criança é afastada de sua vida cotidiana, do ambiente familiar e submetida a um confronto com a dor e a limitação física. Assim, esta poderá apresentar transtornos como medo, sensação de abandono, distanciamento de pessoas queridas, culpa e até mesmo sensação de punição, o que acarreta mais sofrimento e dificuldade de intervenção para a equipe médica hospitalar.

Estas condições poderão determinar um maior ou menor comprometimento da criança no processo de tratamento pelo qual fora submetida e, pensando nesses aspectos objetivou-se a realização deste trabalho, visando à diminuição da resistência das crianças ao atendimento e tratamento médico hospitalar mediante internação bem como o melhorar a qualidade do atendimento desses pacientes baseando-se no conceito de saúde relatado Corrêa (2007), o qual afirma que, em conformidade com o estatuto da Criança e do Adolescente, toda criança possui o direito de brincar, independente de sua idade, raça ou condição socioeconômica, sendo necessário que a população faça cumprir esse direito e que ele seja respeitado, visto ser uma atividade essencial para a saúde física, emocional e intelectual do ser humano.

As brincadeiras, jogos e outras formas de divertimentos são uma linguagem própria da criança que utiliza para se expressar lhe permitindo lidar com experiências e sentimentos, fator este fora reconhecido por Freud (1920) onde constatou a necessidade de urgência no preparo e disponibilização de cenários adaptados às necessidades de crianças padronizadas para diminuir os prejuízos psicológicos e físicos que podem ser adquiridos conforme explica Newcomb (1999) em decorrência, no caso específico da saúde, de hospitalizações prévias e duradouras.

Para Straub (2005), a risada, frequente devido as brincadeiras minimizam o estresse e favorecem a liberação de endorfina, estimulando as respostas imunológicas e diminuindo as consequências nocivas da exposição a estímulos desagradáveis e dolorosos que estão associados às intervenções médicas. Já no Brasil, foram publicados trabalhos por Massetti (1998, 2003), que relata a existência de aspectos positivos, inclusive para os acompanhantes, tais como amenização da ansiedade, cooperação mais ativa no tratamento da criança, além de aumentar a confiança na equipe.

Foi criada em 2005 a Lei 11.104/2005, que torna obrigatória a instalação de brinquedotecas nas unidades de saúde que ofereçam atendimento de internação pediátrica,

tendo em vista a relevância dos efeitos terapêuticos do brincar na cura das crianças.

Portanto, a produção deste trabalho visou, sobretudo, o desenvolvimento de um projeto social que desse apoio, através de atividades voluntárias, a reestruturação da brinquedoteca do Hospital local da cidade, arrecadando fundos junto à comunidade e o comércio local para a construção de um ambiente melhor, aquisição de novos brinquedos e ainda a conscientização e reeducação das crianças daquela comunidade em relação ao ambiente hospitalar, através de atividades educativas realizadas dentro deste projeto.

O objetivo geral deste trabalho foi: Realizar ações voluntárias que diminuíssem a resistência das crianças ao atendimento e tratamento médico hospitalar mediante internação. Para tal, definiu-se como objetivos específicos:

- Oferecer palestra em escola infantil abordando temas como a prevenção de doenças, drogas, queimadas florestais, saneamento básico e higiene pessoal;
- Elaborar uma roda de conversa dirigida às crianças da comunidade, na brinquedoteca do hospital, com a participação e colaboração da equipe multitarefa e multidisciplinar do mesmo. (Médicos pediatras, enfermeiros, psicólogos e funcionários administrativos da brinquedoteca);
- Arrecadar brinquedos junto aos empresários e comércio local visando aumentar a quantidade já existente na brinquedoteca do hospital;
- Promover uma feijoada beneficente para arrecadar fundos para a reforma da brinquedoteca e se possível à criação de um espaço de diversões para o hospital aparelhado com balanços e escorregadores.

2 | METODOLOGIA

Este trabalho é parte de um projeto realizado com os estudantes do curso de Bacharelado em Administração do Instituto Federal do Tocantins, visando o desenvolvimento da cidadania e trabalho voluntário. Foi realizado em um hospital local que possui 90 leitos de internação, sendo que 30 destes leitos são para internação infantil. Trata-se de um estudo de caso que para Martins e Theóphilo “A estratégia de pesquisa Estudo de Caso pede avaliação qualitativa, pois seu objetivo é o estudo de uma unidade social que se analisa profundamente e intensamente.”

Aborda a pesquisa qualitativa na medida em que busca mensurar a satisfação das crianças em relação a como elas sentiam-se no ambiente hospitalar, através de entrevistas realizadas após as palestras. Fora realizada pesquisa bibliográfica acerca do tema para dar maior compreensão sobre o assunto responsabilidade social, motivação e voluntariado.

Assim, foram elaboradas e desenvolvidas as ações, com o apoio da comunidade, estudantes e gestão do hospital, visando diminuir a resistência das crianças ao atendimento e tratamento médico hospitalar mediante internação, o qual contou com conhecimentos empíricos de colaboradores do Hospital onde foi desenvolvido o referido projeto social.

A princípio foram realizadas palestras no hospital e em escolas públicas próximas ao hospital, sobre saúde e higiene pessoal, com o apoio da equipe do hospital. As crianças também foram levadas a conhecer a brinquedoteca do hospital.

Depois, o grupo buscou junto aos empresários e comércio local arrecadar brinquedos para a brinquedoteca. Por fim, foi realizada uma feijoada beneficente para arrecadar fundos e realizar a tão esperada reforma da brinquedoteca.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram muitos os motivos que influenciaram a elaboração desse projeto de ação voluntária, sendo alguns deles citados anteriormente, contudo, é relevante ressaltar que a gratificação mútua expressa nesta relação de permuta entre todos os participantes fez emergir a cooperação como característica nata própria da condição humana, conforme descreve Poter (1971) “Não habitamos o mundo somente através do trabalho, mas fundamentalmente através do cuidado e da amorosidade”.

Através da realização das atividades voluntárias constantes neste trabalho, foi possível alcançar seu objetivo principal, a saber: a realização de ações voluntárias visando proporcionar a diminuição da resistência das crianças ao atendimento e tratamento médico hospitalar mediante internação.

Ao final das palestras realizadas perguntamos as crianças participantes da primeira fase deste trabalho se elas se sentiam mais seguras com o ambiente hospitalar, e apenas 15% demonstraram alguma resistência, ou seja, em 85% dessas crianças, as palestras e alcançaram seu objetivo.

Ainda não podemos mensurar quantas pessoas foram e ainda serão alcançadas e beneficiadas com estas ações, levando em consideração que 80 (oitenta) crianças participaram do projeto, em sua fase inicial que eram as palestras e visitas a brinquedoteca do hospital, e que depois de concluída a reestruturação da brinquedoteca muitas outras poderão usufruir destes benefícios, além de transmitir essa informação para pessoas do seu círculo social.

Há ainda dados reais obtidos através de outras ações realizadas que permitiram mensurar quantitativamente seus resultados tais como a arrecadação de brinquedos e a realização da feijoada beneficente.

Durante a arrecadação de brinquedos foi possível recolher donativos junto aos comerciantes da comunidade local, estes por sua vez, contribuíram significativamente para a ampliação e um aumento expressivo na quantidade de brinquedos para a brinquedoteca do hospital. Ao todo foi arrecadado um total de 126 (Cento e vinte e seis) novos brinquedos, sendo estes entregues ao representante da brinquedoteca do hospital para, em seguida, serem disponibilizados as crianças internas que fazem uso daquele ambiente.

Houve grande diversidade de brinquedos, dentre eles; bolas, bonecas, revistas para

colorir, quebra-cabeças e muitos outros que irão somar aos já existentes proporcionando as crianças momentos de diversão e prazer diante ao sofrimento imposto pelo fator internação e aos traumas que este pode trazer.

Sobre a feijoada realizada para levantamento de fundos, esta teve muitos pontos positivos, um deles foi o envolvimento voluntário da comunidade. A feijoada beneficente, em seus quase 60 (sessenta) dias de venda intensiva de ingressos, proporcionou a arrecadação de mais de R\$ 3.000,00 (três mil reais), os quais foram repassados à direção do hospital que se encarregará de tomar as providências cabíveis no sentido de ampliar a área de lazer da brinquedoteca, instalando novos brinquedos como os escorregadores e balanços mencionados anteriormente.

A realização deste projeto de ações voluntárias do qual trata este trabalho resultou em benefícios não só a comunidade local, mas também a todos os voluntários envolvidos no processo que por sua vez puderam exercer sua cidadania e sentir-se contribuindo para uma sociedade melhor.

4 | CONCLUSÃO

O trabalho voluntário se tornou não apenas um aliado, mas instrumento de suma importância para as instituições públicas, especialmente na atual conjuntura de crise econômica em que se encontra o país.

Para o hospital onde foi desenvolvido o projeto social objeto deste estudo, foi de extrema relevância as suas contribuições, uma vez que proporcionou um grande impulso no desenvolvimento de um projeto de reforma engavetado, que há anos vinha sendo colocado de lado em virtude da falta de recursos, como é o caso da aquisição de novos brinquedos, construção do parquinho e ampliação da brinquedoteca. O trabalho também possibilitou a aquelas crianças que hoje se encontram internadas uma melhoria não só na qualidade do atendimento, mas também na qualidade de vida durante o período de internação, também foram evidenciadas alterações de estado emocional que, em contrapartida, favorecerá a aceitação das crianças ao tratamento adequado, diminuindo assim a resistência.

Para as crianças, percebeu-se a extrema relevância do uso da brinquedoteca para o êxito do tratamento, o que, todavia ficou evidente em cada reflexo, em cada sorriso, em cada olhar das crianças que se fizeram presentes e que ali estavam internadas. Segundo os profissionais envolvidos no tratamento, estas apresentaram menor resistência ao que eram submetidas, uma vez que estavam conscientes da necessidade do tratamento para a manutenção da própria saúde e se sentiam seguras por ali estarem.

Através do projeto realizado foi possível obter a compreensão exata do valor que as ações de voluntariado, quando efetuadas adequadamente em prol de uma causa justa, podem contribuir para a melhoria da qualidade de vida daqueles que dependem da mesma, bem como, o quanto tais ações podem ser gratificantes para aqueles que delas participam

como voluntários.

Todo o processo de elaboração e execução do projeto, tanto do trabalho escrito quanto das ações praticadas, possibilitou aos estudantes visualizarem o quanto é importante e se faz necessário o desenvolvimento da cidadania nos estudantes de administração, uma vez que serão futuros gestores e aplicaram o uso da RSE (Responsabilidade Social Empresarial) e necessitam praticar um olhar mais generoso em relação aos problemas que a sociedade enfrenta.

Conclui-se que a elaboração e execução do projeto foram satisfatórias, pois atenderam aos objetivos inicialmente propostos. Deste modo, espera-se a mobilização, em especial do público acadêmico, em projetos sociais que visem a melhoria da qualidade de vida no ambiente hospitalar em instituições públicas hospitalares.

REFERÊNCIAS

CORRÊA, L. **Brinquedoteca hospitalar: um convite a brincar**, [monografia]. São José do Rio Preto: Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto; 2007.

CORTINA, A. L. **A moral del camaléon**. Madrid, Espasa/Calpe, 1991.

FREUD, S. Audelà du principe de plaisir (1920). In: **Essais de psychanalyse**. Paris: Payot, 1981. p. 41-115.

GOMES, Mitre R.M.A. **A promoção do brincar no contexto da hospitalização infantil como ação de saúde**. Ciência e Saúde Coletiva, 2004.

Lei nº 11.104, de 21 de março de 2005. **Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de brinquedotecas nas unidades de saúde que ofereçam atendimento pediátrico em regime de internação**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1, p. 1, 2005 mar 22. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11104.htm. Acessado em: 4 de julho de 2016.

MARTINS, G. A.; THEÓPHILO, C. R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. São Paulo. Ed. Atilhas. 2ª Ed. 2009.

MASSETTI, M. **Boas misturas: a ética da alegria no contexto hospitalar**. São Paulo: Palas Athena, 2003.

MASSETTI, M. **Soluções de palhaço: transformações na realidade hospitalar**. São Paulo: Palas Athena, 1998.

NEWCOMB, N. **Desenvolvimento infantil – Abordagem de Mussen**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

POTTER, V. R. **Bioethics: Bridge to the Future**. New Jersey, Prentice-Hall, 1971.

STRAUB, R. O. **Psicologia da saúde**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

ANÁLISE QUÍMICA E BIOLÓGICA DE METABÓLITOS VOLÁTEIS DE *Psidium cattleianum*

Data de aceite: 01/06/2022

Paulo Roberto de Oliveira

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Campus Curitiba, Departamento Acadêmico de
Química e Biologia
Curitiba-PR

Felipe Eduardo Rocha Machado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Campus Curitiba, Departamento Acadêmico de
Química e Biologia
Curitiba-PR

Elton Lincoln Peyerl de Souza

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Campus Curitiba, Departamento Acadêmico de
Química e Biologia
Curitiba-PR

Francisco de Assis Marques

Universidade Federal do Paraná, Campus
Curitiba, Departamento de Química
Curitiba – PR

Adriano Cesar de Moraes Baroni

Faculdade de Ciências Farmacêuticas,
Alimentos e Nutrição, Universidade Federal do
Mato Grosso do Sul
Campo Grande, MS

Palimecio Gimenes Guerrero Junior

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Campus Curitiba, Departamento Acadêmico de
Química e Biologia
Curitiba-PR

RESUMO: Óleos essenciais são substâncias lipossolúveis, voláteis e que integram o metabolismo secundário das plantas. Por se tratarem de uma mistura de vários compostos orgânicos, os óleos essenciais apresentam extensa aplicabilidade na indústria farmacêutica, cosmética e de alimentícia. Foram encontrados compostos fenólicos antioxidantes importantes como antocianinas e flavonóides nas cascas dos frutos de *Psidium cattleianum*. Além disso, o *P. cattleianum* vermelho possui alto teor de vitamina C e carotenoide β -criptoxantina que se converte em vitamina A, e indicam uma potencial aplicação como medicamento fitoterápico visando a diminuição e o conseqüente risco de doenças degenerativas, prevenção da catarata, redução da degeneração macular causada pelo envelhecimento e redução de doenças coronárias. O objetivo do presente trabalho foi a extração, determinação das composições químicas dos óleos essenciais e estudo da atividade biológica da planta Araçá (*P. cattleianum*). Para a extração dos óleos essenciais a eficiente técnica de hidrodestilação foi utilizada. Após extraído, o óleo essencial foi submetido à análise por cromatográfica em equipamento de CG/MS (cromatografia gasosa acoplada ao espectrômetro de massas) para a caracterização dos componentes e análise sazonal da composição do óleo essencial de *P. cattleianum*. Avaliando a composição dos óleos essenciais o composto de maior concentração em todas as amostras foi o 1,8-cineol, seguido pelo α -tujeno e pelo β -cariofileno. A análise biológica mostrou que os componentes presentes no óleo essencial de *P. cattleianum* apresentaram maior

efetividade na lise celular do *Trypanosoma cruzi* se comparados com outros óleos essenciais
PALAVRAS-CHAVE: Óleos essenciais; atividade biológica; *Psidium cattleianum*; análise sazonal.

CHEMICAL AND BIOLOGIC ANALYSIS OF VOLATIES METABOLITES FROM *Psidium cattleianum*

ABSTRACT: Essential oils are fat-soluble substances, however volatile comprising the secondary metabolism of plants. Since they are a mixture of various organic compounds, essential oils have extensive applicability in the pharmaceutical, cosmetic and food industries. Phenolic compounds such as anthocyanins and flavonoids are found in the *Psidium cattleianum* skin of fruit and have antioxidant activity. This fact is proved, because the *Psidium cattleianum* red guava high vitamin C content. The fruit has the β -cryptoxanthin carotenoids which converts to vitamin A and reduces the risk of degenerative diseases, prevention of cataracts, reduction of macular degeneration caused by aging and reduction of coronary heart diseases. The objective of this study was the extraction, determine the chemical composition of the essential oils of *Psidium cattleianum* and their respective studies involving biological activity. *Psidium cattleianum* is popularly known as Cattle Guava. For the extraction of essential oils, the hydrodistillation technique is one of the most efficient and used. Once extracted, the oil is subjected to gas chromatography equipment coupled with mass spectrometry for the characterization of the components. Evaluating the composition of essential oils, the compound with the highest concentration in all samples was 1,8-cineol, followed by α -thujene and β -caryophyllene. The biological analysis showed that the components present in the essential oil of *P. cattleianum* showed greater effectiveness in the cell lysis of *Trypanosoma cruzi* when compared to other essential oils.

KEYWORDS: Essential oils, biological activity, *Psidium cattleianum*, seasonal analysis.

1 | INTRODUÇÃO

Óleos essenciais caracterizam-se como substâncias lipossolúveis, voláteis e geralmente podem ser encontrados em diferentes partes de uma planta como flores, brotos, sementes, folhas, galhos, cascas, ervas, frutos e raízes ou rizomas, madeira e bulbos. Sua composição contém principalmente monoterpenos, sesquiterpenos, aldeídos alifáticos, álcoois, ésteres. Estes metabólitos conferem as características organolépticas (BIZZO et al., 2009).

Nas últimas décadas, os metabólitos voláteis tem sido aplicados nas indústrias de perfumaria, cosmética, alimentos e como coadjuvantes em medicamentos. Seus principais empregos são como aromas, fragrâncias, fixadores de fragrâncias, em composições farmacêuticas. Os metabólitos voláteis fornecem substâncias como o limoneno, citral, citronelal, eugenol, mentol e safrol (BIZZO et al., 2009).

Atualmente, as pesquisas têm-se voltado para a investigação das atividades biológicas dos metabólitos voláteis das plantas, devido a possibilidade de utilização desses

compostos naturais no controle de pragas e de doenças causadas por fungos ou bactérias. Essa capacidade de controle de insetos, por exemplo, pode ser atribuída a compostos fenólicos associados a alteração da permeabilidade e integridade da membrana celular bacteriana (SIMÕES et al., 2001).

A obtenção de óleos essenciais pode ocorrer através da destilação por arraste de vapor, bem como pela prensagem do pericarpo de frutos cítricos (ISO 9235:1997). O processo de destilação com água/vapor possui três variações diferentes: destilação com água (hidrodestilação), destilação com água e vapor e destilação a vapor. Na hidrodestilação, o material vegetal deve permanecer em contato com água fervente, sob completa ou parcial imersão durante todo o processo. Para o procedimento de destilação com água e vapor, o material não deve ficar em contato com a água, permanecendo apoiado sobre uma placa ou inserido em uma rede e colocado acima do fundo do destilador. Já na destilação a vapor, a água não é mantida na parte inferior do destilador, apenas o vapor d'água é introduzido através de serpentinas (BUSATO et al., 2014).

A composição dos óleos essenciais é determinada por fatores genéticos estabelecidos no DNA da espécie vegetal. Porém, fatores ambientais podem causar variações significativas em seus constituintes. A época da coleta, posição geográfica, horário, modo de secagem do material vegetal, bem como o teor de umidade, água, solo e herbivoria também podem influir na composição e no teor do óleo produzido (SILVA et al., 2005). A complexidade química dos óleos essenciais dificulta a análise dos seus componentes bioativos. Em muitos casos, o constituinte majoritário é responsável pela atividade biológica, no entanto, esta pode ser atribuída à ação sinérgica ou antagônica de vários componentes (MACHADO et al., 2011).

1.1 *Psidium cattleianum*

O araçazeiro (*Psidium cattleianum*) é uma espécie pertencente à família Myrtaceae. São encontrados, na forma nativa, desde Minas Gerais até o Rio Grande do Sul. Trata-se de uma espécie arbórea cuja altura varia entre 3,0 e 6,0 m, com tronco liso e casca descamante. Os frutos são amarelos ou vermelhos, sugerindo que a espécie possa ser dividida em dois morfotipos denominados araçá-amarelo e araçá-vermelho (FETTER et al., 2010).

P. cattleianum possui atualmente diferentes denominações taxonômicas específicas e, de acordo com estudos preliminares, isto se deve ao fato de não haver consenso entre os especialistas, além de as categorizações não serem utilizadas no momento das determinações. Análises prévias indicaram que ocorrem diferenças na anatomia do lenho, na morfologia foliar e na coloração dos frutos dos dois grupos de *P. cattleianum* (FETTER et al., 2010).

A espécie vem sendo bastante estudada principalmente pelas excelentes características de suas frutas, que podem apresentar entre quatro a sete vezes mais

vitamina C que as frutas cítricas (FETTER et al., 2010). Além desse fato, o fruto possui o carotenóide β -criptoxantina, que se convertem em Vitamina A, desempenhando um importante papel nutricional. Compostos fenólicos como antocianinas e flavonoides estão presentes na casca dos frutos caracterizando sua coloração azul, púrpura e vermelha. Já os carotenoides são responsáveis pela diminuição do risco de doenças degenerativas, prevenção da catarata, redução da degeneração macular causada pelo envelhecimento e redução de doenças coronárias (FETTER et al., 2010).

Nosso grupo publicou a composição química dos óleos essenciais de *P. cattleyanum* que ocorrem em ecossistemas de restinga na região do Vale do Ribeira, Estado de São Paulo (MARQUES et al., 2008). Entretanto, estudos envolvendo a análise sazonal dos metabólitos voláteis dessas espécies não foram ainda investigados. A análise química do óleo essencial das folhas de *P. cattleyanum*, coletadas na restinga da Floresta Atlântica, mostrou como componentes majoritário os monoterpenos α -tujeno (25,20%) e 1,8-cineol (16,4%) e o sesquiterpeno β -cariofileno (15,5%) (MARQUES et al., 2008).

2 | OBJETIVO

Extração do óleo essencial, determinação da composição química, estudo sazonal e avaliação da potencial atividade biológica dos metabólitos voláteis de *Psidium cattleyanum*.

3 | METODOLOGIA

3.1 Coleta de Amostras

A coleta das folhas das plantas foi feita no período de março de 2015 a fevereiro de 2016 para a avaliação sazonal da composição do óleo essencial. A coleta ocorreu na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, no Campus Curitiba, sede centro.

Posteriormente as folhas foram secas em estufa a 40°C durante 24 horas para estabilização do material vegetal.

3.2 Extração dos Óleos Essenciais

As folhas secas foram trituradas e aproximadamente 250 g destas foram depositadas em um balão de 3 L. Posteriormente foi adicionada água destilada até aproximadamente 75% do volume do balão, para em seguida ser acoplado ao sistema Clevenger-modificado.

O sistema de hidrodestilação foi mantido sobre aquecido, de ebulição da água, por 4 horas. O óleo essencial obtido foi seco com sulfato de magnésio anidro e armazenado em frasco âmbar a uma temperatura de 8 °C para as análises seguintes de GC/MS e bioensaios de concentração mínima inibitória (MIC) e IC_{50} em cepas Y de *Trypanosoma cruzi*.

3.3 Identificação dos Constituintes Químicos em Metabólitos Voláteis

3.3.1 Análise Cromatográfica

Para as análises de GC/MS foi utilizado o equipamento Shimadzu GC/MS-QP2010 Plus acoplado a um cromatógrafo GC-2010 Shimadzu (Heslett-Packard, USA), com coluna capilar RTX-5MS (5%-fenil-metilsiloxano, 30 m de comprimento x 0,25 mm de diâmetro, 0,25 mm de espessura de filme, Agilent) de sílica fundida. O hélio foi utilizado como gás de arraste (1,0 mL/min). A divisão de fluxo foi ajustada na proporção de 1:100. As temperaturas do injetor e do detector quadrupolo foram de 250 e 280 °C. A temperatura programada foi de 50 à 250 °C com acréscimo de 3 °C/min. A energia do impacto de elétrons (EI) foi de 70 eV.

3.3.2 Identificação dos Componentes Voláteis

A identificação dos componentes dos óleos essenciais foi determinada a partir da análise de GC/MS, utilizando-se como ferramenta auxiliar o Índice de Kovats (KI, ADAMS, 2007).

Para a determinação do KI, inicialmente foi injetado uma mistura padrão de hidrocarbonetos C₉-C₂₀ para a obtenção dos tempos de retenção dos padrões, para posteriormente, com os tempos de retenção dos componentes constituintes dos óleos essenciais determinar o valor de KI. O cálculo do KI foi realizado utilizando a equação 1:

$$KI = 100 N [t_x - t_{n-1}] / [t_n - t_{n-1}] + 100 C_{n-1} \quad (1)$$

Onde:

$N = C_n - C_{n-1}$, ou seja, a diferença entre número de carbonos do alcano que elui depois (C_n) e antes (C_{n-1}) da substância de interesse.

t_x é o tempo de retenção da substância de interesse.

t_n é o tempo de retenção do alcano que elui depois da substância de interesse.

t_{n-1} é o tempo de retenção do alcano que elui antes da substância de interesse.

Após a obtenção do KI foi feita a comparação dos valores obtidos com os valores encontrados na literatura e de seus respectivos espectros de massas, para a identificação dos compostos.

3.4 Análise Sazonal dos Metabólitos Voláteis

Para determinar a variação sazonal dos componentes presentes nos óleos essenciais de *P. cattleyanum* foram realizadas coletas mensais do material vegetal, no período de março de 2015 a fevereiro de 2016. Posteriormente, as amostras foram submetidas à hidrodestilação em triplicata e os componentes voláteis obtidos foram analisados por

técnicas de CG/MS para identificação estrutural e respectiva quantificação.

3.5 Análise Biológica

Os metabólitos voláteis obtidos foram submetidos a ensaios biológicos para observar a potencialidade dos componentes dos óleos quanto a concentração mínima inibitória (CMI) e IC_{50} em cepas Y de *Trypanosoma cruzi*.

Os parasitas foram inoculados em meio de cultura e no período de crescimento exponencial os óleos essenciais foram adicionados em diferentes concentrações: 0,5, 2,0, 8,0 e 32,0 $\mu\text{g/mL}$, sendo os microrganismos incubados juntamente com os óleos essenciais durante 24 horas. Os ensaios foram realizados em triplicata. A determinação da atividade foi verificada quantitativamente através da porcentagem de lise parasitária obtida por meio da comparação das cepas dos microrganismos inoculados frente aos óleos essenciais com grupo controle sem tratamento.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Extração dos Metabólitos Voláteis

As folhas de *P. cattleyanum* foram coletadas mensalmente no período de março de 2015 a fevereiro de 2016 na Sede Centro do Campus Curitiba da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Em todas as coletas o procedimento foi o mesmo, 250 g das folhas foram secas em estufa por um período de 24 horas a 40°C. A extração do óleo essencial foi realizada em um aparelho Clevenger modificado durante 4 horas a partir da ebulição da água. Para cada coleta mensal, três amostras de óleo foram extraídas. Os rendimentos dos óleos essenciais estão contidos na Tabela 1.

Coleta	Amostra1 (%)	Amostra 2 (%)	Amostra 3 (%)	Rendimento Médio (%)
24/mar/15	0,466	0,422	0,480	0,455±0,022
20/abr/15	0,524	0,578	0,568	0,556±0,021
22/mai/15	0,644	0,655	0,649	0,649±0,004
22/jun/15	0,419	0,465	0,488	0,457±0,025
28/jul/15	0,609	0,655	0,572	0,612±0,028
25/ago/15	0,262	0,288	0,274	0,275±0,009
25/set/15	0,323	0,324	0,303	0,317±0,009
20/out/15	0,494	0,418	0,408	0,439±0,036
20/nov/15	0,396	0,332	0,356	0,361±0,023
17/dez/15	0,550	0,555	0,527	0,544±0,011
19/jan/16	0,436	0,390	0,395	0,407±0,019

Tabela 1 – Rendimento dos óleos essenciais de *P. cattleyanum* nas extrações no período de março de 2015 a fevereiro de 2016

Analisando os dados da Tabela 1 verifica-se que o teor de óleo foi mínimo para a coleta de 27 de agosto de 2015 (0,262%). Uma possível explicação para esse fato são as circunstâncias climatológicas enfrentadas pela planta na época da coleta. A volatilização do óleo essencial ocorre facilmente em altas temperaturas e baixa umidade segundo Brant et al. (2008), cenário vivido pela planta no mês de agosto de 2015.

Além disso, segundo Paulus et al. (2013), a produção de óleo essencial tende a diminuir quando a radiação é menor. Isso se deve ao fato da radiação interferir diretamente sobre o crescimento e desenvolvimento da planta, da modulação do fotoperíodo e da qualidade da luz e indiretamente, pelos efeitos de temperatura, na produção de biomassa e na qualidade dos óleos essenciais.

4.2 Identificação dos metabólitos voláteis

A identificação dos compostos presentes no óleo essencial da *P. cattleyanum* foram realizadas a partir dos cromatogramas adquiridos através da GC/MS. A comparação dos dados experimentais de índice de retenção e dos espectros de massa com os da literatura (ADAMS, 2007) forneceu os 30 compostos de maior área dos cromatogramas. Como exemplo representativo, o cromatograma da Figura 1, referente ao mês de março/2015, mostra os compostos majoritários extraídos do óleo de *P. cattleyanum*.

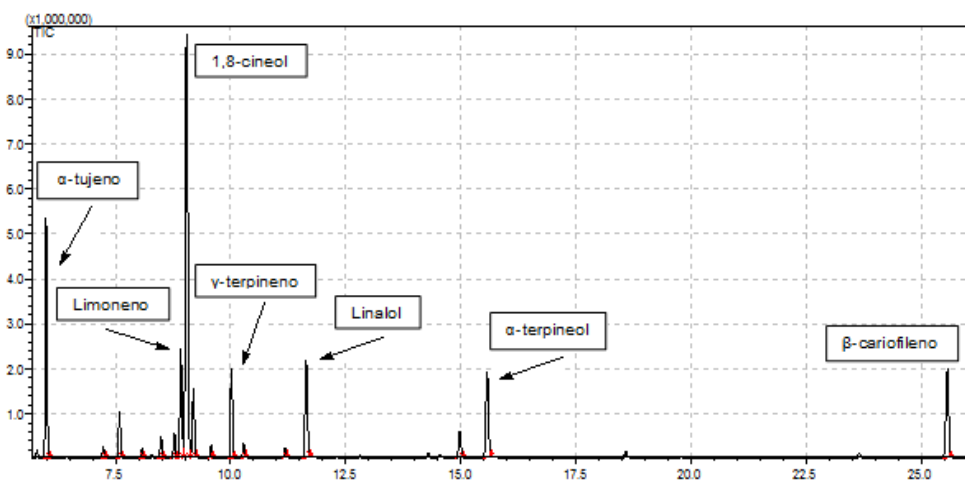


Figura 1 – Cromatograma contendo os compostos majoritários da amostra 1 coletada em março de 2015 do óleo essencial das folhas de *P. cattleyanum*.

Analisando a Figura 1, foi possível identificar sete substâncias como sendo as principais constituintes do óleo essencial de *P. cattleyanum*. Dos sete principais metabólitos presentes no óleo, seis são monoterpenos: α -tujeno, limoneno, 1,8-cineol, γ -terpineno, linalol e α -terpineol, e apenas um sesquiterpeno, o β -cariofileno.

Com base nas intensidades dos picos encontrados no cromatograma, é possível afirmar que o 1,8-cineol é o composto de maior percentual existente no óleo essencial, seguido pelo α -tujeno. A Figura 2 traz a representação das estruturas moleculares dos principais metabólitos encontrados no óleo essencial das folhas de *P. cattleyanum*.

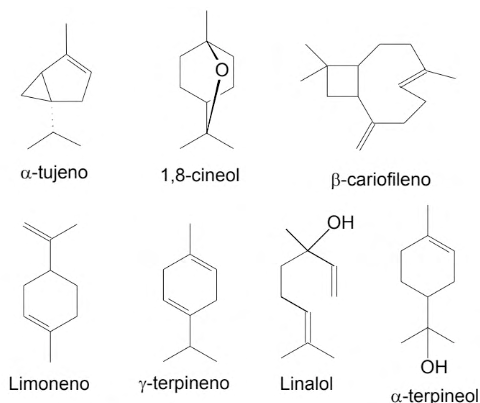


Figura 2 – Estrutura molecular dos principais componentes do óleo essencial de *P. cattleyanum*.

4.3 Análise Sazonal

A partir das análises cromatográficas e dos espectros de massa, foram obtidas as composições majoritárias dos óleos essenciais (Tabelas 2 e 3), extraídos das folhas de *P. cattleyanum*, no período de março de 2015 a fevereiro de 2016.

Composto	Mar/15	Abr/15	Mai/15	Jun/15	Jul/15	Ago/15
α -tujeno	11,20 \pm 0,18	10,72 \pm 1,36	14,44 \pm 1,01	13,65 \pm 0,40	14,86 \pm 2,71	11,19 \pm 2,10
limoneno	5,82 \pm 0,14	4,19 \pm 0,12	4,56 \pm 0,12	4,73 \pm 0,20	4,75 \pm 0,78	4,01 \pm 0,90
1,8-cineol	33,25 \pm 4,65	26,70 \pm 0,38	26,94 \pm 1,59	28,50 \pm 2,96	28,92 \pm 1,40	26,94 \pm 5,72
γ -terpineno	4,62 \pm 0,10	2,52 \pm 0,10	3,56 \pm 0,19	3,67 \pm 0,28	3,50 \pm 0,61	2,85 \pm 0,70
linalol	5,15 \pm 0,50	3,78 \pm 0,18	3,72 \pm 0,10	3,88 \pm 0,25	3,36 \pm 0,47	2,85 \pm 0,77
α -terpineol	5,27 \pm 0,71	4,57 \pm 0,26	3,86 \pm 0,17	4,53 \pm 0,51	3,57 \pm 0,23	4,22 \pm 0,37
β -cariofileno	6,10 \pm 0,40	8,03 \pm 0,42	9,10 \pm 0,81	9,02 \pm 0,71	9,79 \pm 1,81	8,82 \pm 1,28

Tabela 2 – Composição química média sazonal (%) do óleo das folhas de *P. cattleyanum* de março a agosto de 2015

Composto	Set/15	Out/15	Nov/15	Dez/15	Jan/16	Fev/16
α -tujeno	12,73 \pm 0,78	9,42 \pm 1,13	12,3 \pm 0,90	10,36 \pm 0,31	10,03 \pm 0,81	14,01 \pm 0,25
limoneno	5,37 \pm 0,17	3,93 \pm 0,75	3,97 \pm 0,09	3,88 \pm 0,16	4,26 \pm 0,22	4,13 \pm 0,14
1,8-cineol	34,64 \pm 1,60	24,73 \pm 6,26	30,83 \pm 1,73	32,50 \pm 2,12	36,61 \pm 3,70	31,04 \pm 1,86
γ -terpineno	1,38 \pm 0,32	2,83 \pm 0,39	2,04 \pm 0,74	2,40 \pm 0,24	3,19 \pm 0,10	3,61 \pm 0,05
linalol	3,95 \pm 0,30	3,01 \pm 0,86	3,12 \pm 1,28	3,00 \pm 0,19	3,76 \pm 0,67	3,80 \pm 0,20
α -terpineol	5,26	3,92 \pm 1,72	3,42 \pm 0,29	3,43 \pm 0,26	4,12 \pm 0,31	3,22 \pm 0,12
β -cariofileno	7,47 \pm 0,84	9,44 \pm 0,78	9,40 \pm 0,70	13,15 \pm 1,26	10,11 \pm 1,02	11,08 \pm 0,44

Tabela 3 – Composição química média sazonal (%) do óleo das folhas de *P. cattleyanum* de setembro de 2015 a fevereiro de 2016

As composições químicas quantitativas médias das amostras mensais, contendo os sete principais metabólitos, foram analisadas quanto a variação na quantidade de cada constituinte químico (Tabelas 2 e 3). Em apenas uma das amostras extraídas da coleta de folhas de *P. cattleyanum* de setembro de 2015 o α -terpineol apresentou-se como um dos 30 compostos de maior proporção nos cromatogramas.

O composto majoritário foi o 1,8-cineol, com concentração máxima no mês de janeiro (36,61%). O α -tujeno teve seu máximo de concentração no mês de julho (14,86%). Em todas as análises o α -tujeno foi o composto encontrado em segunda maior quantidade nas amostras, com exceção da amostra dos meses de outubro e dezembro de 2015, e janeiro de 2016, onde o β -cariofileno se tornou o segundo maior componente com 9,44, 13,15 e 10,11%, respectivamente.

Os menores valores para os constituintes majoritários foram de 24,73% para o 1,8-cineol na amostra 3 de outubro de 2015, 8,21% para o α -tujeno em outubro de 2015 e 6,10% para o β -cariofileno em março de 2015. Os principais constituintes minoritários tais como o limoneno (5,82%), γ -terpineno (4,62%), linalol (5,15%) e α -terpineol (5,27%) tiveram seus máximos de concentração no mês de março de 2015.

Os fatores ambientais associados ao estágio de desenvolvimento da planta podem influenciar a composição sazonal do óleo essencial. Segundo Santos e Inneco (2003), ao passar dos dias há a possibilidade de variações na intensidade luminosa e na temperatura, agindo diretamente em processos primários, tais quais a fotossíntese e a respiração, que podem acabar influenciando indiretamente a produção de metabólitos secundários, entre eles os constituintes do óleo essencial, que tem sua síntese dependente de produtos do metabolismo primário. A intensidade da luz, também pode alterar a produção de óleo essencial através da ativação de enzimas fotossensíveis envolvidas na via do ácido mevalônico (SOUZA et al., 2011), precursor dos terpenos que são os constituintes químicos majoritários do óleo essencial de *P. cattleyanum*.

4.4 Análise de Atividades Biológicas

Com o objetivo de comparar as atividades biológicas, óleos essenciais de diferentes plantas coletadas em diferentes ecossistemas foram inoculados com o patógeno *Trypanosoma cruzi*. Suas porcentagens de lise celular e concentração necessária para reduzir a atividade dos microrganismos pela metade (IC_{50}) são apresentados na Tabela 4.

Avaliando os dados da Tabela 4 nota-se que o óleo essencial de *P. cattleyanum* obteve o desempenho mais satisfatório na análise de IC_{50} . Pois, apresentou a menor concentração necessária para a redução da atividade biológica do *Trypanosoma cruzi*. A partir dos dados pôde-se obter o seguinte gráfico para a atividade biológica IC_{50} (Figura 3):

Substância	Concentração (mg/mL) x Porcentagem de Lise (%)				IC_{50} (mg/mL)
	0,5	2,0	8,0	32,0	
<i>Cordia Verbenacea (Registro)</i>	1,7 ± 0,6	35,6 ± 1,2	49,1 ± 8,0	56,5 ± 0,4	12,50
<i>Psidium Cattleyanum</i>	44,1 ± 0,8	66,1 ± 3,2	65,0 ± 6,4	68,4 ± 3,2	0,53
<i>Cordia Verbenacea (Ilha Comprida)</i>	39,0 ± 6,4	56,5 ± 1,4	69,5 ± 4,8	72,9 ± 6,4	1,27
<i>Hedychium coronarium</i>	24,9 ± 0,8	40,1 ± 4,8	42,8 ± 0,8	59,9 ± 2,4	11,46

Tabela 4: Porcentagens de lise celular (%) de organismos *Trypanosoma cruzi* inoculados com diferentes óleos essenciais

A partir do gráfico acima pode se notar que nas menores concentrações a efetividade do óleo essencial de *P. cattleyanum* na lise celular das células de *Trypanosoma cruzi* é mais satisfatória do que a dos demais óleos essenciais. Em concentrações mais elevadas, o óleo essencial de *Cordia verbenacea* coletada na Ilha Comprida apresentou maiores porcentagens de lise celular.

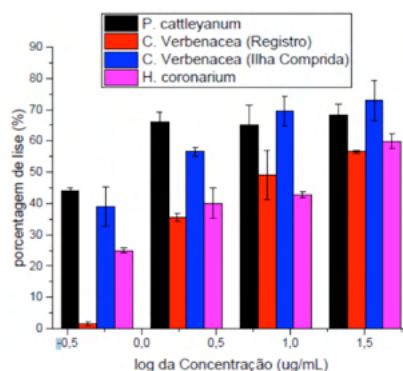


Figura 3: Gráfico de IC_{50} dos óleos essenciais avaliados

5 | CONCLUSÕES

A análise sazonal demonstrou que os constituintes químicos dos óleos essenciais, em geral, são relacionados a genética da planta, entretanto, diversos outros fatores são capazes de gerar mudanças significativas na síntese dos metabólitos secundários. Os metabólitos secundários são fruto da interação química entre as plantas e o ambiente. Os fatores bióticos e abióticos presentes no ambiente no qual a planta se encontra, podem influenciar a rota metabólica, tendo como consequência a biossíntese de diferentes compostos químicos. A radiação solar, por exemplo, é capaz de influenciar enzimas fotossensíveis participantes da rota do ácido mevalônico, precursor dos terpenóides, grupo de substâncias químicas encontradas em maior quantidade no óleo essencial de *Psidium cattleianum*.

A variação das condições ambientais influenciou na quantidade de óleo produzido pela planta. Fatores como temperatura e umidade podem ser responsáveis pela volatilização dos metabólitos secundários. A radiação solar também influenciou no teor dos óleos essenciais. As reações biossintéticas produtoras dos metabólitos secundários são dependentes de suprimentos, realizados por processos fotossintéticos, e de compostos energéticos que participam da regulação dessas reações, que favorecem o metabolismo secundário sob altos níveis de radiação solar.

A análise biológica mostrou que os componentes presentes no óleo essencial de *P. cattleianum* apresentaram maior efetividade na lise celular do *Trypanosoma cruzi* se comparados a óleos essenciais de *Cordia verbenacea* e *Hedychium coronarium* em baixas concentrações.

AGRADECIMENTOS

Fundação Araucária, CNPq, CAPES, LAMAQ, UFPR/DQ e UTFPR/DAQBI.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectrometry**. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, Illinois, USA, 2007.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. *Quim. Nova*, Vol. 32, No. 3, p. 588-594, 2009

BRANT, R. S.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; ALBUQUERQUE, C. J. B. **Teor do óleo essencial de cidrão (*Aloysia triphylla* (L' Hérít) Britton *Verbenaceae*) em função da variação sazonal**. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais* 10: 83-88, 2008.

BUSATO, N. V.; SILVEIRA, J. C.; COSTA, A. O. S.; JUNIOR, E. F. C. **Estratégias de modelagem da extração de óleos essenciais por hidrodestilação e destilação a vapor**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.44, n.9, p.1574-1582, set, 2014

MARQUES, F. A.; WENDLER, E. P.; MAIA, B. H. L. N.; NUNES, J. V. C.; CAMPANA, J.; GUERRERO JR, P. G. **Volatile oil *Psidium cattleianum* Sabine from the Brazilian Atlantic Forest**. Journal of Essential Oil Research. v.20, p.519-520, 2008.

FETTER, M. R.; VIZZOTTO, M.; CORBELINI, D. D.; GONZALEZ, T. N. **Propriedades funcionais de araçá-amarelo, araçá-vermelho (*Psidium cattleyanum* Sabine) e araçá-pera (*P. acutangulum* D.C.) cultivados em Pelotas/RS**. Braz. J. Food Technol., III SSA, 2010.

ISO 9235: 1997, **Aromatic natural raw materials**. Essential oils, ISO: American National Standards Institute. 2007.

MACHADO, T. F.; BORGES, M. F.; BRUNO L. M. **Aplicação de Antimicrobianos Naturais na Conservação de Alimentos**. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, 2011.

MARTINS, E. R. et al. **Plantas medicinais**. Viçosa: Editora da UFV, 220, 1994.

PAULUS D.; VALMORBIDA R.; TOFFOLI E.; NAVA G.A. **Teor e composição química de óleo essencial de cidró em função da sazonalidade e horário de colheita**. Horticultura Brasileira. 31: 203-209, 2013

SANTOS M. R. A.; INNECO R. **Influência de períodos de secagem de folhas de óleo essencial de erva-cidreira (quimiotipo limonenocarvona)**. Revista Ciência Agronômica 34: 511-520, 2003

SILVA, L. V.; CONSTANCIO, S. C. M.; MENDES, M. F.; COELHO, G. L. V. **Extração do óleo essencial da pimenta rosa (*Shinusmolle*) usando hidrodestilação e soxhlet**. Anais do VI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. VI COBEQ, Campinas, 2005.

SIMÕES, C.M.O.; MENTZ, L. A.; SCHENKEL, E. P.; IRGANG, B. E.; STEHMANN, J. R. **Plantas da medicina popular do Rio Grande no Sul**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1986.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Óleos voláteis**. Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre/Florianópolis: UFRGS/UFSC. Cap.18, p.475, 2000.

EFEITOS DA RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL INCIDENTE NA TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA DO PANTANAL MATO-GROSSENSE

Data de aceite: 01/06/2022

Data de submissão: 07/05/2022

Bruno Martins Mendes Vieira

Universidade Federal do Mato Grosso
Cuiabá – Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/7835889977638259>

Leone Francisco Amorim Curado

Universidade Federal do Mato Grosso
Cuiabá – Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/4050028967752766>

RESUMO: O Pantanal de Mato Grosso, tem sido objeto de muitas pesquisas científicas referentes ao clima, visto sua dinâmica sazonal peculiar em função das inundações que ocorrem nessa região, dentre as diversas variáveis envolvidas no clima, a radiação solar, a umidade relativa e a temperatura do ar são de importância fundamental, pois revela a dinâmica da água e de energia na atmosfera. Este trabalho foi realizado no intuito de entender quais são os efeitos do comportamento da radiação solar sobre a temperatura e umidade na região do Pantanal mato-grossense, no período entre 2013 e 2014. Para obter os dados foram utilizado um termohigrômetro, para obter os valores da temperatura e da umidade, e um piranômetro, para obter os valores da radiação solar. Utilizando as médias diárias e mensais dos dados, a fim de comparação entre períodos sazonais, pode-se perceber que mesmo em anos distintos os efeitos da radiação solar, se for comparado as médias

mensais, foram os mesmos, tendo um padrão entre as ambas as épocas, mas apresentando uma grande variação durante o decorrer de cada ano. É possível observar as variações entre os meses do ano devido a inúmeros fatores, como por exemplo as queimadas na época de agosto fazendo com que o clima fique mais seco, as temperaturas aumentam e o índice de umidade relativa do ar tenha um valor menor, ou também a variação da radiação solar que teve um menor valor em julho devido as entradas de frentes frias vindas do Sul nesse período, o que causa a diminuição de radiação solar, e as frentes frias fazem com que haja queda abrupta na temperatura do ar.

PALAVRAS – CHAVE: Radiação, Pantanal, queimadas, umidade, temperatura.

EFFECTS OF GLOBAL SOLAR RADIATION ON THE TEMPERATURE AND RELATIVE HUMIDITY OF THE PANTANAL MATO-GROSSENSE

ABSTRACT: The Pantanal of Mato Grosso has been the object of many scientific researches regarding the climate, given it's peculiar seasonal dynamics due to the floods that occur in this region, among the various variables involved in the climate, solar radiation, relative humidity and temperature of the air are of fundamental importance as they reveal the dynamics of water and energy in the atmosphere. This work was conducted to understand the effects of the behavior of solar radiation on temperature and humidity in the Pantanal region of Mato Grosso, in the period between 2013 and 2014. To obtain

the data, a thermo-hygrometer was used to obtain the values of temperature and humidity, and a pyranometer, to obtain the values of solar radiation. Using the daily and monthly averages of the data, to compare seasonal periods, even in different years the effects of solar radiation, if the monthly averages are compared, were the same, with a pattern between both conditions. seasons, but showing a great variation during each year. It is possible to observe variations between the months of the year due to numerous factors, such as the fires in August causing the climate to become drier, temperatures increase and the relative humidity index of the air has a lower value, or also the variation of solar radiation that had a lower value in July due to the entrance of cold fronts coming from the south in this period, which causes a decrease in solar radiation, and the fronts Cold weather causes an abrupt drop in air temperature.

KEYWORDS: Radiation, Pantanal, fires, humidity, temperature.

1 | INTRODUÇÃO

Contextualização histórica

Pantanal mato-grossense, clima tropical úmido apresentando características de verão quente e úmido com temperaturas média de 32°C, inverno seco e temperaturas média de 21°C, tendo ocorrências ocasionais de “friagens” nos meses de julho e agosto. A precipitação pluviométrica anual está entre 1.000 e 1400 mm, com o período chuvoso entre os meses de outubro a março, com alagamento entre março e abril e período seco de maio a setembro. O Rio Paraguai como sendo o principal escoadouro, possui declividade praticamente expressiva, em média 1 cm a cada Km.

O Pantanal é um Bioma de característica peculiar, tendo como força motriz da dinâmica energética, as inundações que ocorrem sazonalmente. Apesar de sua posição estratégica e com uma dinâmica ecológica muito rica, o Pantanal ainda é uma região com poucos estudos, no diz respeito a compreensão das dinâmicas de massa e energia que norteiam os fatores microclimáticos dessa região. Dessa forma, urge necessidade de estudos que contribuam para a maior e melhor compreensão desse Bioma, tão importante para o nosso estado.

Dentre as variáveis que norteiam o microclima de uma região, a radiação solar, a temperatura e a umidade relativa do ar são fundamentais na dinâmica energética de uma região, pois essas variáveis interferem diretamente nos padrões de fluxos de água e energia e troca energética entre a superfície e a atmosfera. De forma que, a radiação solar global é a principal fonte de energia para os ecossistemas e a temperatura e a umidade relativa do ar tornam-se fatores fundamentais para a compreensão das dinâmicas sazonais e anuais de um determinado local ou região. Processos como evapotranspiração, fluxos de energia e matéria, produtividade da vegetação são dependentes da temperatura e da umidade relativa do ar.

2 | OBJETIVOS

Objetivo geral

O objetivo geral deste estudo foi analisar os efeitos da radiação solar global incidente na temperatura e umidade relativa do Pantanal Mato-grossense.

Objetivos específicos

- i) Fazer médias mensais, diárias e horárias da radiação global
- ii) Fazer médias mensais, diárias e horárias da temperatura e umidade relativa do ar
- iii) Analisar os padrões sazonais da radiação global, da temperatura e umidade relativa do ar

Justificativa

Por ser o Pantanal uma região de dinâmica peculiar, regido por um pulso de inundação sazonal e por ainda não obter tantos estudos que busquem a maior compreensão dos processos que ocorrem nas interações microclimáticas desse Bioma, há a necessidade de estudos que visem contribuir para o melhor entendimento do microclima pantaneiro. Nesse sentido, este trabalho visa uma contribuição relevante para a região.

Dentre os fatores que são fundamentais para os processos ambientais, a radiação global, a temperatura e umidade relativa do ar são dois fatores fundamentais, visto que a radiação solar, solar influencia diretamente todo ecossistema, pois é a fonte principal de energia para todos os processos e juntamente com a temperatura e umidade relativa do ar influenciam diversos processos microclimático. Evapotranspiração, fluxo de calor, fluxo e captura de gás carbônico, são alguns desses processos que podem ser influenciados pelas variações da temperatura e umidade relativa do ar, bem como da radiação global. Dessa forma a maior compreensão dessas variáveis podem também levar a contribuição no entendimento de outros processos do ambiente.

3 | REVISÃO DA LITERATURA

O Pantanal Mato-Grossense

O Pantanal brasileiro é uma das maiores planícies inundadas do planeta localizado em território brasileiro, possui 138 183 km², sendo 65% pertencente ao estado de Mato Grosso do Sul e 35% pertencente ao estado de Mato Grosso, o que corresponde a 1,6% do território brasileiro (CASTELNOU et al.,2003). Devido a esta vasta diversidade o Pantanal possui características próprias que configura diferentes ecossistemas. Fazem parte desse complexo onze sub-regiões: o pantanal de Cáceres, Poconé, Barão de Melgaço, Paraguai, Paiaguás, Nhecolândia, Abobral, Aquidauana, Miranda, Nabileque e Porto Murtinho (SILVA & ABDON, 1998).

O pulso de inundação é considerado a força motriz do Pantanal e as intensificações dos períodos de seca e de cheias são decorrentes das flutuações plurianuais do nível da água que influenciam sazonalmente as características limnológicas, ecológicas e biológicas (Junk et al., 1989). Em geral, no mês de outubro inicia as chuvas terminando entre os meses de fevereiro e maio, sendo julho e agosto caracterizados como meses secos na região, causando frequentemente estresse hídrico para as plantas locais (BIUDES, 2008).

As inundações são decorrentes, na maioria das vezes, da precipitação (marcada pela sazonalidade), que se torna responsável pelo transbordamento dos rios que compõe a cabeceira da Região Hidrográfica do Paraguai (ALVES, 2015). O intenso fluxo de água, associado ao baixo escoamento das águas devido os rios serem estreitos, causam os transbordamentos dos rios, e conseqüentemente, as inundações da planície formando as baías e lagoas ao preencher as depressões (ALHO, 2003).

No que diz respeito a dinâmica dos ecossistemas, a radiação solar global é a principal fonte de energia para os ecossistemas e é importante componente dos Modelos de circulação Global (Curado, 2011; Galvão & Fisch, 2000).Dentre as variáveis que possibilitam, melhores informações sobre o ecossistemas, a temperatura do ar e a umidade relativa são as mais importantes, devido a sua influência na dinâmica dos fluxos de energia nessa região, como é o caso da emissão de energia pela atmosfera (Curado et al., 2011).

A radiação global é a principal variável que influencia no cálculo da evapotranspiração, projetos de energia fotovoltaica, fotossíntese, evaporação de lagos e rios entre outros sendo estes, alguns exemplos da importância de se realizar rotineiramente a medida da radiação global. Para fins agrícolas e ambientais, destaca-se que a radiação global apresenta elevada demanda em função das mais variadas aplicações, por isso, existe uma necessidade crescente de se conhecer a relação entre a radiação global e as variáveis mais simples (CHEN et al., 2004), como é o caso da temperatura e umidade relativa.

Curado (2011) percebeu que no que abrange a distribuição sazonal das médias diárias da temperatura do ar, o período chuvoso apresentou uma distribuição com variações menos abruptas do que o período seco. Assim, o conteúdo de água na atmosfera regula a sua temperatura levando-a a variações mais suaves do que no período seco, onde a escassez de chuva faz com que a temperatura do ar tenha um comportamento com variações mais abruptas do que o período chuvoso. VILANI et. al, (2006).

Assim, o conhecimento das variações sazonais da radiação global, da temperatura e umidade relativa do ar, torna-se de grande relevância para o melhor entendimento das dinâmicas que norteiam os fluxos de energia no Pantanal Mato Grossense.

4 | MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi realizado na Base Avançada de Pesquisas do Pantanal, uma área localizada na Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN SESC – Pantanal, município

de Barão de Melgaço – MT, distante 160 km de Cuiabá – MT. Em que está instalada uma torre micro meteorológica de 32 m de altura e altitude de 120 m. Os dados de temperatura e umidade relativa utilizados, foram coletados de outubro de 2013 até novembro de 2014, através de um termo-higrômetro (HMP 45 C, Vaisala, Inc., Helsinki, Finland). A radiação solar incidente será obtida através de um piranômetro (LI-200, Campbell Sci, Inc., USA) instalado em uma torre micro meteorológica de 32m de altura (Figura 1).

Foi utilizado o programa Excel para organizar os dados e fazer as médias mensais, diárias e horárias e os gráficos para a realização deste estudo.



Figura 1 – Torre micro meteorológica construída na Base Avançada de Pesquisas do Pantanal.

5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise horária da radiação global, temperatura do ar e umidade relativa do ar de outubro de 2013 a dezembro de 2014

As Figura 2 e 3, ilustra a análise realizada, a partir dos dados obtidos da medida de

radiação global, num intervalo de tempo de 30 em 30 minutos, iniciando às 06:00 horas da madrugada até 18:00 horas, num período de outubro a dezembro de 2013, e de janeiro a novembro de 2014.

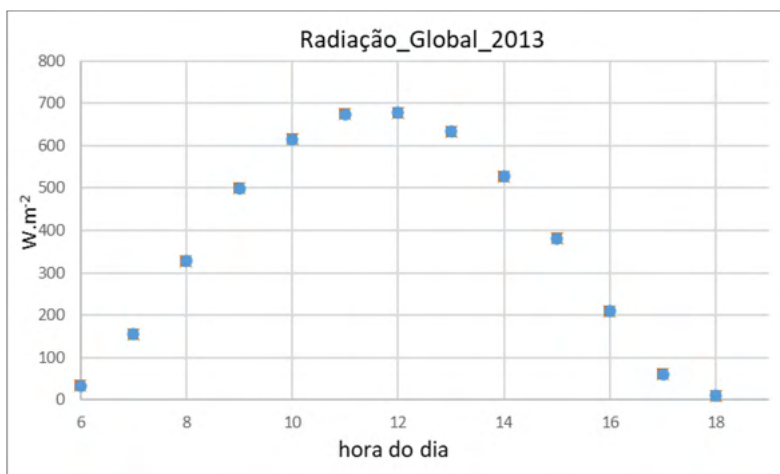


Figura 2: Média horária da Radiação solar global para 2013.

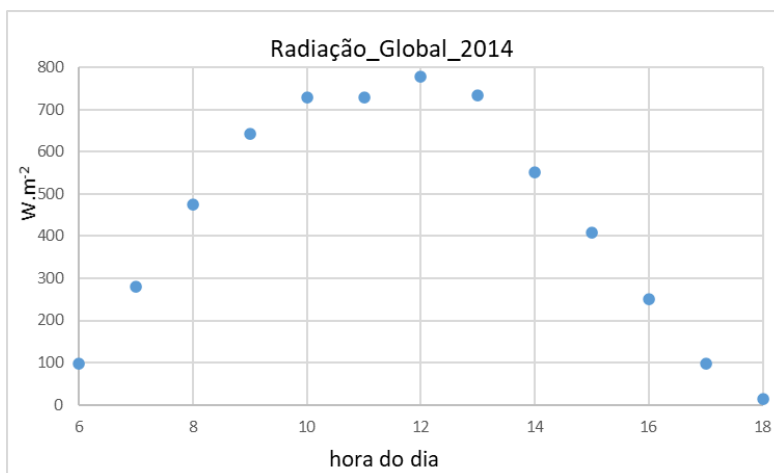


Figura 3: Média horária da Radiação solar global para 2014.

De acordo com a figura nota-se o padrão semelhante da radiação global nos dois anos, com menores valores no início e final do dia e maiores valores por volta do meio-dia. Isso é devido ao movimento aparente que o Sol descreve durante o dia. Os valores oscilaram entre $9,53W.m^{-2}$ e $678,51 W.m^{-2}$ para 2013, com o menor valor ocorrendo às 18 horas e o maior ao meio-dia, e entre $14,03W.m^{-2}$ e $777,61W.m^{-2}$ para o ano de 2014, com os mesmos horários de máximos e mínimos que em 2013.

As Figuras 4 e 5, ilustra a análise realizada, a partir dos dados obtidos da medida

da temperatura e umidade relativa do ar, num intervalo de tempo de 30 em 30 minutos, iniciando às 06:00 horas até 18:00 horas, para os anos de 2013 e 2014.

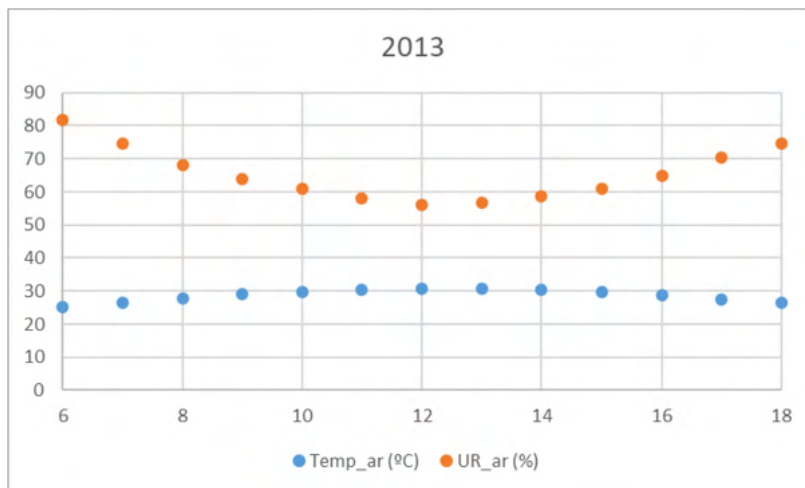


Figura 4: Média horária da temperatura e umidade relativa do ar para 2013

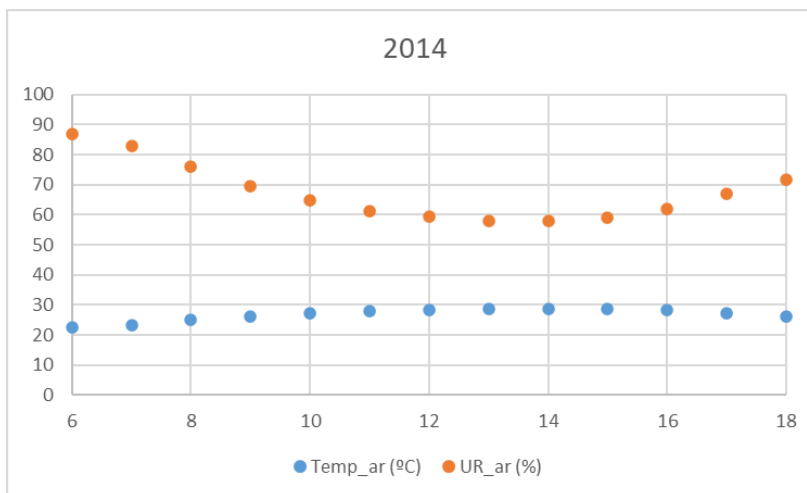


Figura 5: Média horária da temperatura e umidade relativa do ar para 2014

De acordo com as figuras 4 e 5, percebe-se um padrão característico da temperatura e umidade relativa do ar, nota-se que a temperatura começa o dia com valores menores e vai aumentando até por volta do meio-dia até às 14 horas, quando começa a cair novamente, é um padrão semelhante à da Radiação global, o que indica que a temperatura aumenta, com o aumento da radiação solar. Já a umidade relativa tem padrão oposto, com maiores valores no início e no final do dia e com menores valores entre as 11 e 13 horas, o que indica que quando a radiação aumenta, a umidade relativa do ar diminui, ou que o aumento

da temperatura do ar, leva a uma queda na umidade relativa. Os valores horários para a temperatura e umidade relativa oscilaram entre 25,07°C e 30,79°C para a temperatura e 55,94% e 81,75% para a umidade relativa no ano de 2013 e entre 22,52 °C e 28,77 °C para a temperatura e 57,9% e 86,84% para umidade relativa em 2014.

Análise dos padrões de Temperatura do Ar e Umidade Relativa do Ar mensal e diário: de outubro de 2013 a dezembro de 2014

A figura 6 e 7 ilustra a análise realizada, a partir dos dados obtidos da medida de temperatura num intervalo de tempo de 30 em 30 minutos, num período de outubro de 2013 a dezembro de 2014. Foram calculadas as médias da Temperatura do ar correspondentes aos meses.

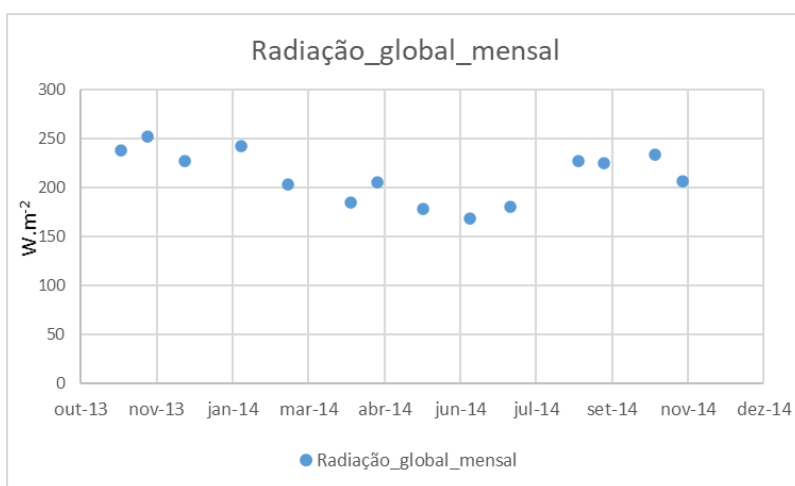


Figura 6: Média mensal da Radiação global do ar.

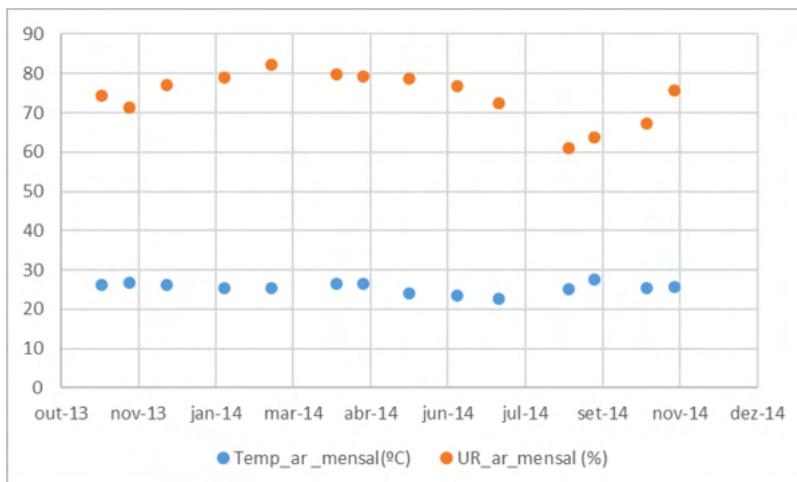


Figura 7: Média mensal da Temperatura e umidade relativa do ar.

Nas Figuras 6 e 7 mostram as características da radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar durante os 14 meses analisados, é possível perceber que a região estudada é influenciada pelas estações do ano, sendo que há maiores valores das três variáveis nos inícios e final do ano, em que caracteriza os períodos do verão e das chuvas, o que possibilita, maior energia solar, maior temperatura e maior umidade relativa mensal. Ambos os gráficos apresentaram uma mesma linha de tendência, tendo os períodos entre 26 de outubro a 31 de dezembro do ano de 2013 e 2014 tendo aproximadamente o mesmo padrão de temperatura relativa do ar, evidenciou os períodos de chuvas com temperaturas altas e período de seca com picos de queda de temperatura, devido as entradas de frente frias, visto que nesse período coincide com a estação do inverso na região do Pantanal. Os maiores valores médios mensais foram 252,30 $W.m^{-2}$ para radiação global, em novembro de 2013; 27,58°C para a temperatura do ar em setembro de 2014 e 82,10% para a umidade relativa em fevereiro de 2014.

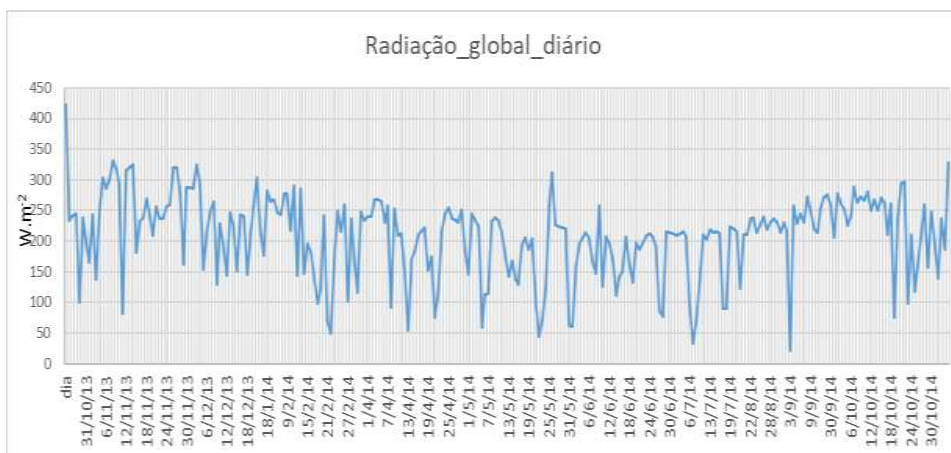


Figura 8: Média diária da radiação global.

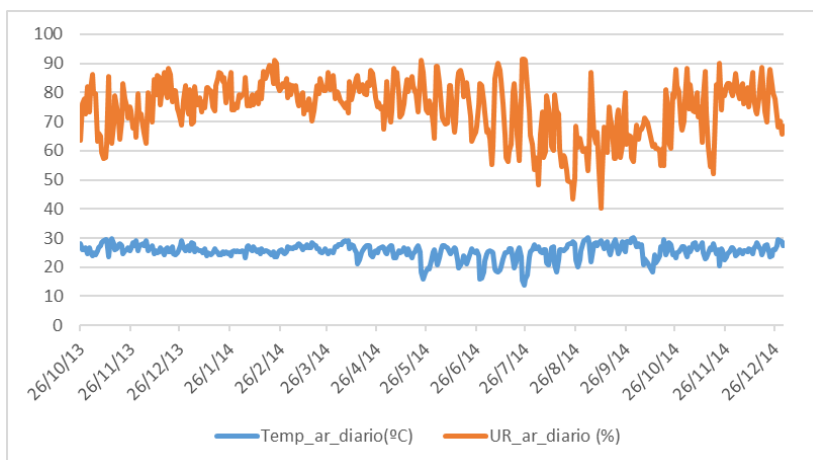


Figura 9: Média diária da temperatura e umidade relativa do ar.

As Figuras 8 e 9 aparentam os valores diários da radiação global, temperatura e umidade relativa do ar no período estudado, sendo possível as seguintes observações, o maior valor diário da umidade relativa do ar foi de 91,55% e a menor de 37,85%, nos dias 25/07/2014 e 08/10/2014, respectivamente, para a temperatura do ar o maior e menor valor diário, respectivamente foi 13,74°C e 30,30°C, nos dias 25/07/14 e 30/09/2014, para a radiação global os máximos e os mínimos foram 20,96 W.m⁻² em 04/09/2014 e 423,59 W.m⁻² em 26/10/2014. Observando os gráficos nota-se que a temperatura e a umidade relativa seguem o mesmo padrão da radiação global, o que indica que esta última pode influenciar as outras variáveis analisadas, fazendo com que em períodos com maior radiação global, faz com que haja aumento da temperatura do ar e influenciando também a umidade relativa.

6 | CONCLUSÃO

As análises realizadas, descreveu o comportamento da radiação solar, da temperatura do ar e umidade relativa do ar tanto no período de seca quanto no período chuvoso. Na análise horária percebeu que pela manhã ocorre um crescimento nos valores da radiação global e da temperatura que dura até por volta do meio-dia, decrescendo no período da tarde, quanto a umidade relativa, há um padrão inverso da temperatura do ar, com maiores valores no início e no fim do dia e com menores valores por volta do meio dia local.

Na análise mensal e diária, destaca-se os dois grandes períodos, chuvoso e seco, sendo que a região, bem como as variáveis analisadas são influenciadas por esses períodos, com maiores valores no período úmido, decorrente do excesso de água na atmosfera da região e por se coincidir com a estação do verão. No intervalo da seca, ocorre a entrada de frentes frias na região, por se caracterizar a estação do inverno, o que influencia as variáveis da região.

Dificuldades Encontradas

As pesquisas científicas é sempre dotadas de desafios e obstáculos, mas neste período de desenvolvimento deste estudo, destaca-se como a principal dificuldade, a questão da Pandemia do Covid-19, visto que impossibilitou as reuniões presenciais, visitas em campo, bem como a convivência com os companheiros deste desafio, mas em todos os âmbitos, isso não impossibilitou o prosseguimento dos trabalhos, através, de contatos via e mail, vídeo conferências, foi possível chegar ao final desta etapa com a sensação do dever cumprido.

REFERÊNCIAS

ALHO, C. J. R. **Conservação da Biodiversidade da Bacia do Alto Paraguai**. Campo Grande: Editora UNIDERP, 2003. 420 p.

ALVES, G. B. M. **Efeitos da inundação sobre o manejo da pecuária no pantanal norte com emprego de imagens orbitais.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação e Geografia, Rondonópolis, 2015.

BIUDES, M.S. **Balço de Energia em área de vegetação monodominante de cambará e pastagem no norte do pantanal.** 142p. Tese (Doutorado em agricultura tropical). Faculdade de Agronomia e medicina veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, 2008.

CASTELNOU, M. N.; FLORIANI, D.; VARGAS, I. A.; DIAS, J. B. **Sustentabilidade socioambiental e diálogo de saberes: o Pantanal mato-grossense e seu espaço vernáculo como referência.** Desenvolvimento e Meio Ambiente, Editora UFPR, n. 7, p. 41-67, 2003.

CHEN, R.; ERSI, K.; YANG, J.; LU, S.; ZHAO, W. **Validation of five global radiation models with measured daily data in China.** Energy Conversion and Management, v. 45, p. 1759-1769, 2004.

CURADO, L. F. A.; RODRIGUES, T. R.; BIUDES, M. S.; de Paulo, S. R.; de Paulo, I. J. C.; Nogueira, J. S. **Estimativa sazonal da emissividade atmosférica através da Equação de Brutsaert no norte do Pantanal Mato-grossense.** Ciência e Natura, v. 33 n. 2, p. 167, 2011.

CURADO, L. F. A. **Estimativa sazonal da emissividade atmosférica no Pantanal Mato-Grossense.** 68p. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental), Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011

GALVÃO, J. A. C.; FISCH, G. **Balço de radiação em área de pastagem na Amazônia.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.8, n. 1, p. 1-10, 2000.

SILVA, J. D. S. V.; ABDON, M. de M. **Delimitação do pantanal brasileiro e suas sub-regiões.** Área de Informação da Sede-Artigo em periódico indexado (ALICE), 1998.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. **The Flood Pulse Concept in River Floodplain Systems. In: Proceedings of the International Large River Symposium (LARS).** Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences. Ottawa (Canada): ed. Dodge, p. 110-127, 1989.

VILANI, M.T.; SANCHES, L.; NOGUEIRA, J.S; PRIANTE FILHO, N. **Sazonalidade da radiação, temperatura e umidade em uma Floresta de transição Amazônia Cerrado.** Revista Brasileira de Meteorologia, v. 21, n.3b, 119-131 2006.

ANÁLISE DOS CASOS DE GRANIZO NO SERTÃO DE ALAGOAS

Data de aceite: 01/06/2022

Davidson Lima de Melo

Discente de Graduação em Meteorologia da
UFAL - ICAT
Maceió, Alagoas

Natalia Fedorova

Professora Doutora do Instituto de Ciências
Atmosféricas - UFAL
Maceió, Alagoas

Vladimir Levit

Professor Doutor do Instituto de Ciências
Atmosféricas - UFAL
Maceió, Alagoas

RESUMO: O granizo é um fenômeno adverso meteorológico muito raro, e nenhum método de previsão de formação de granizo foi criado ainda. Portanto, o objetivo principal é estudar a formação de granizo no estado de Alagoas. Cinco eventos de granizo foram observados no Nordeste brasileiro e dois no Estado de Alagoas ao longo de 10 anos (2011-2019). Esses dois eventos ocorreram nas cidades vizinhas Mata Grande em 25/12/2015 e Delmiro Gouveia em 04/12/2018. Dados de superfície registraram ventos fracos na superfície e umidade entre 80 e 85%. As análises sinótica e termodinâmicas foram baseadas nos dados de reanálise do modelo ERA5 - ECMWF com resolução de 0,25x0,25°. Uma forte tempestade no primeiro evento foi formada por um Vórtice Ciclônico Tropicário Médio e cavado em altos níveis; e no segundo, um cavado em toda a atmosfera. A mudança do

vento com a altitude gerou advecção local de ar frio nos níveis médios, criando instabilidade e nuvens convectivas. O modelo não mostrou um CAPE alto para formação de convecção profunda durante a ocorrência de granizo. Portanto, o granizo pode ocorrer no estado de Alagoas, mesmo que os modelos indiquem condições insuficientes.

PALAVRAS-CHAVE: Granizo; Previsão do Tempo; Nordeste Brasileiro.

ANALYSIS OF HAIL CASES IN THE HINTERLAND OF ALAGOAS

ABSTRACT: Hail is a very rare adverse meteorological phenomenon and a hail formation forecast method has not yet been developed. Therefore, the main purpose of the paper is to study the hail formation in the Alagoas state. Five hail events were observed in the northeast of Brazil and two in the Alagoas State over 6 years (2014-2019). These two events took place in the nearby cities of Maceio, Mata Grande on 12/25/2015 and Delmiro Gouveia on 12/04/2018. Surface data recorded light winds at the surface and humidity between 80 and 85%. Synoptic and thermodynamic analyses were based on reanalysis data from the ERA5 - ECMWF model with a resolution of 0.25x0.25°. The strong storm in the first event was formed by a Middle Tropospheric Cyclonic Vortex and high-level trough; and in the second, the presence of a trough in the entire atmosphere. The change in wind with altitude caused local advection of cold air at the middle levels, creating instability and convective clouds. The model did not show a high CAPE for deep convection during hail. Therefore,

hail could fall in the Alagoas state, even if the models indicate insufficient conditions.

KEYWORDS: Hail; Weather Forecast; Brazilian Northeast.

INTRODUÇÃO / INTRODUCTION

Em dezembro dos anos 2015 e 2018 a população do sertão de Alagoas foi surpreendida com um evento raro para a região (CHUVA, 2015 e SEMARH - AL, 2018). Devido às improbabilidades do tempo na costa leste do Nordeste Brasileiro (NEB) é difícil fazer previsão para eventos extremos, como granizo, as possibilidades de ocorrência deste são bem baixas.

O granizo é a precipitação sólida de partículas de gelo com formato irregular ligeiramente arredondado, com um diâmetro aproximado de 5 milímetros. É formado em cumulonimbus, nuvens de grande desenvolvimento vertical (Varejão-Silva, 2006). Essas nuvens são responsáveis por gerar tempestades com correntes ascendentes e descendentes intensas, propiciando a ocorrência de temporais.

Uma gota de chuva na base de uma nuvem de temporal pode subir com uma forte corrente de ascensão, quando levada para cima, alcança temperaturas menores, transformando-se em gelo. Em seguida, atrai cristais de gelo e flocos de neve na parte superior da nuvem, tornando-se maior e mais pesada (Tominaga, 2009). Este processo se repete inúmeras vezes no interior das nuvens. Quando despenca com muita velocidade, se precipita em forma de granizo (Forsdyke, 1969).

O tempo de precipitação depende da extensão vertical da zona de água no interior das nuvens cumulonimbus. Quando houver gotas com diferentes dimensões e extensão vertical (maior que 3 km), a precipitação de granizo terá longa duração. Caso contrário, com gotas de dimensões semelhantes e extensão vertical menor, a precipitação terá curta duração (Kulicov & Rudnev, 1980).

Milhahn (2016) desenvolveu uma metodologia que consiste em identificar o CCM, calcular sua área, excentricidade, duração, trajetória e velocidade média (Figura 1).

Baseado nisso, Lyra (2018 e 2020), averiguou que os casos de Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) apresentam um ciclo de vida com cerca de 7 horas, englobando uma área de 110.000 km², aproximadamente, no sertão do Nordeste Brasileiro (NEB).

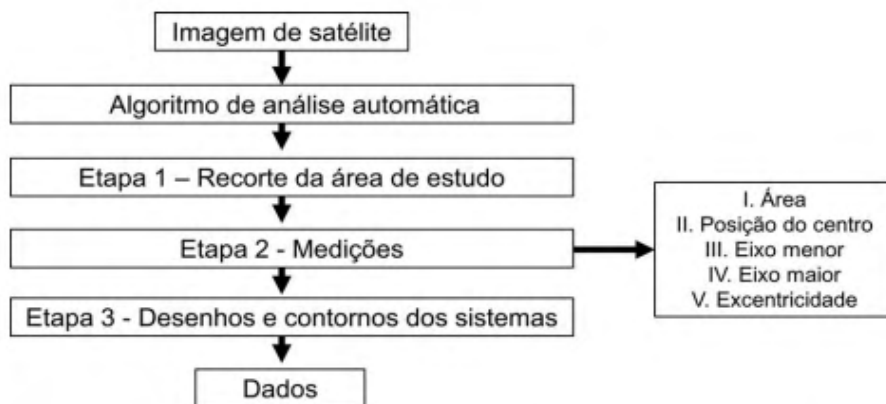


Figura 1: Etapas de processamento do algoritmo de identificação dos CCM.

Fonte: Milhahn Júnior (2016)

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é a principal causa da formação de CCM (Fedorova, 2019). Cordeiro (2018) analisou casos de trovoadas no estado de Alagoas e foi constatado que os maiores índices de instabilidade são dos sistemas sinóticos: Vórtice Ciclônico em Altos Níveis (VCAN), ZCIT e Cavados em Altos Níveis.

Outros três sistemas também foram associados à formação de CCM no sertão do NEB: VCAN, Perturbações Ondulatórias dos Alísios (POAs) e um centro de baixa pressão, classificado como Circulação Ciclônica (Lyra, 2018).

De acordo com as reportagens nos sites de notícia, no nordeste este fenômeno só foi registrado em regiões afastadas de centros urbanos, entre o agreste e o sertão. É um fenômeno altamente prejudicial à produção agrícola. Em outras regiões do país, chuvas de granizo já aconteceram em centros urbanos (Berezuk, 2017).

Em um estudo realizado por Berezuk (2017), é evidenciado que a população economicamente vulnerável é a mais atingida. O granizo destrói telhados de amianto, material mais barato do que argila para a fabricação de telhas. São diversos prejuízos materiais, psicológicos e de vidas humanas. É importante que eventos como esse sejam previstos.

De acordo com Pontes da Silva (2011), as Perturbações Ondulatórias nos Ventos Alísios (POA), a Corrente de Jato do Nordeste Brasileiro (CJNEB) e as extremidades das frentes frias são os sistemas que mais se relacionam com as precipitações intensas no NEB. Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) provocaram boa parte dos temporais no oeste do Estado.

Contabilizando os casos baseados nas reportagens dos sites de notícia, a frequência dos eventos de granizo foi aumentando gradativamente durante os últimos anos, o que gera uma especulação sobre mudanças climáticas. A média era de um caso a cada dois

anos, entretanto houve dois casos em 2018 e um no ano seguinte.

No Brasil, as alternativas de prevenção e gerenciamento de risco de granizo são escassas. A principal alternativa utilizada para o gerenciamento do problema nas regiões de produção agrícola é a utilização de telas anti-granizo (Yuri, 2003).

OBJETIVOS DO TRABALHO / OBJECTIVES

A análise dos processos físicos que possam ter provocado a precipitação de granizo no sertão alagoano usando os métodos sinóticos e termodinâmicos é o objetivo principal do estudo. O estudo foi elaborado para promover a capacidade técnico-científica na área de Meteorologia para obter informações mais relevantes que possam auxiliar os órgãos competentes na previsão de granizo e evitar danos ocasionados por fenômenos extremos.

MATERIAIS E MÉTODOS / MATERIALS AND METHODS

A região de estudos abrangerá o estado de Alagoas (Figura 2) no período de 2011 a 2019 (10 anos). A ocorrência de casos foi coletada com base nas reportagens em *sites* de notícias confiáveis dos principais veículos de informação do estado e do país, como G1 e UOL.

Foram considerados os casos confirmados pelo órgão local responsável pelo monitoramento de tempo e clima, como a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) e Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH – AL). Sendo feita a confirmação por meio do portal eletrônico oficial.

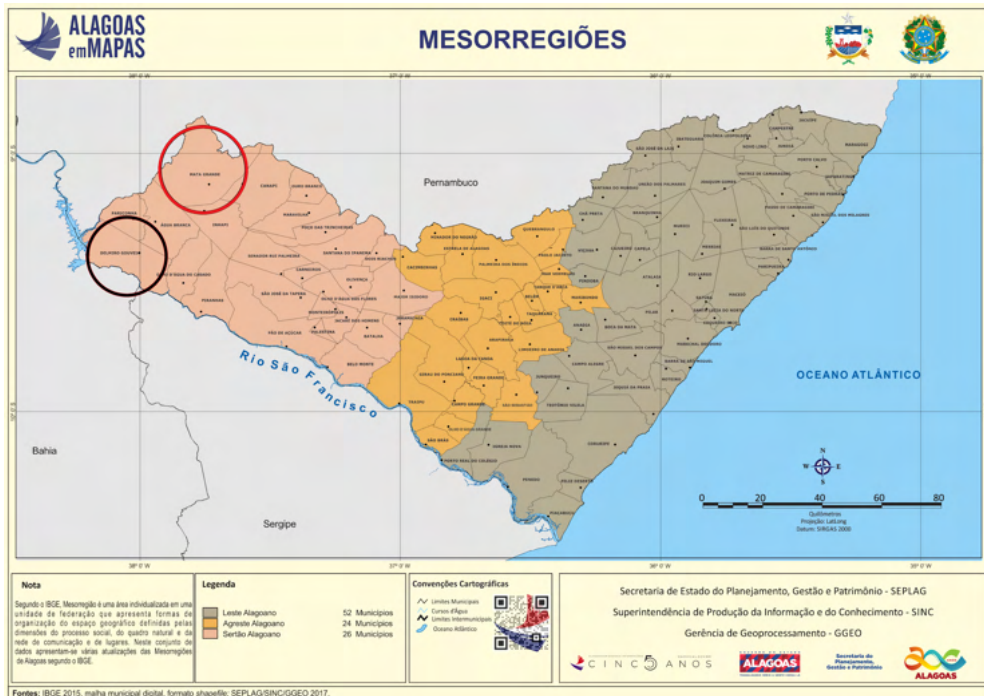


Figura 2: Mapa de Alagoas dividido por mesorregiões. Círculo vermelho indica município de Mata Grande e círculo preto indica Delmiro Gouveia.

Fonte: Governo do Estado de Alagoas.

Na elaboração do artigo foram utilizados diferentes dados e modelos:

1. Dados horários de superfície das estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) foram utilizados para a análise das condições atmosféricas no local de estudo e no momento do evento.
 - a. Camada de nuvens: baixas, médias e altas (código);
 - b. Nebulosidade (código);
 - c. Precipitação total (mm/24h);
 - d. Pressão atmosférica ao nível: da estação e do mar (hPa);
 - e. Temperatura do ar: bulbo seco e bulbo úmido (°C);
 - f. Temperatura do ponto de orvalho (°C);
 - g. Umidade relativa do ar (%);
 - h. Direção do vento (código);
 - i. Velocidade do vento (m/s);
 - j. Visibilidade (código).

2. Os dados de reanálises do modelo *ECMWF Reanalysis v 5.0* (ERA5) - *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) com a resolução de $0,25 \times 0,25^\circ$ em superfície e níveis de pressão padrão (1000, 950, 900, 850, 800, 700, 600, 500, 400 e 300 hPa) serão utilizados para analisar os sistemas sinóticos e processos termodinâmicos atuantes no momento do evento.

- a. Componentes zonal (u) e meridional (v) do vento;
- b. Temperatura (t);
- c. Umidade relativa (r).

3. Ferramenta gráfica *Grid Analysis and Display System* (GrADS) para plotar os campos meteorológicos e termodinâmicos com as instruções do livro: *Primeiros Passos em Análise Meteorológica: OpenGrADS é Fácil*, Fedorova, N. e Levit, V. (2020). A interpretação destes campos foi seguida pelas metodologias dos livros de Fedorova, N. 2001 e 2008.

- a. Linhas de corrente;
- b. Diagrama termodinâmico, Skew-T / Log-P.

4. Imagens dos satélites *Geostationary Operational Environmental Satellite* (GOES-13) e *Meteorological Satellite* (METEOSAT) obtidos através do banco de dados do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) para os canais:

- a. Infravermelho;
- b. Vapor d'água;
- c. Visível.

5. Trajetória da origem das parcelas de ar (*backwards*) calculadas pelo modelo *Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory* (HYSPLIT). As trajetórias das parcelas de ar foram calculadas com 48h de antecedência ao fenômeno, nos níveis 950, 600 e 300 hPa, sendo respectivamente 540, 4205 e 9160 metros de altitude.

Outros estudos sobre CCM no estado de Alagoas (Lyra, 2019) fizeram análises mais aprofundadas com o modelo HYSPLIT na região da Zona da Mata, para esta região do estado as previsões com 24h de antecedência foram mais satisfatórias (Brito, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO / RESULTS AND DISCUSSION

Após buscar por casos de granizo utilizando os métodos descritos na seção anterior, organizou-se os resultados por ordem cronológica, pela data e indicando o local de ocorrência do evento (Quadro 1).

Caso - Data	Localidade: Cidades / Estados
1 - 30/12/2014	Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Pernambuco
* 2 - 25/12/2015	Mata Grande - AL
3 - 13/02/2018	Serra Talhada, Sertão - PE
* 4 - 04/12/2018	Delmiro Gouveia - AL
5 - 30/12/2019	Alagoinhas e Água Fria - BA

*** Os casos que ocorreram no sertão alagoano foram os números 2 e 4.**

Quadro 1: Ocorrência de chuva de granizo no NEB.

Fontes: G1 AL, Cada Minuto, UOL, Correios dos Municípios - AL, APAC e SEMARH - AL.

Os municípios escolhidos foram:

- Mata Grande → Latitude: -9,12; Longitude: -37,74.
- Delmiro Gouveia → Latitude: -9,38; Longitude: -38,01.

Os casos analisados ocorreram em municípios próximos a uma estação do INMET que fica em Água Branca. Os dados de superfície serão utilizados para a análise das condições atmosféricas no local de estudo. Código 82989, latitude -9.26°, longitude -37.94°, altitude 602,4 m.

Caso de Mata Grande - AL em 25/12/2015

O caso foi noticiado na noite do mesmo dia. Segundo relatos de moradores e confirmações da SEMARH - AL o evento ocorreu entre às 16h e 17h local (19Z e 20Z). A estação meteorológica do INMET mais próxima (Quadro 2), em Água Branca, registrou céu totalmente encoberto de nuvens, mas sem precipitação no local, com temperaturas em 20°C, umidade alta e ventos de 10 a 25 km/h.

Data	25/12/2015	26/12/2015
Hora	12:00	00:00
Nuvens Baixas (Código)	1	0
Nuvens Médias (Código)	2	2
Nuvens Altas (Código)	0	0
Nebulosidade (Décimos)	10	10
Precipitação Total (mm/6h)	0	0
Pressão Atmosférica ao Nível da Estação (hPa)	949	947,4
Pressão Atmosférica ao Nível do Mar (hPa)	1016,9	1015
Temperatura do Ar - Bulbo Seco (°C)	22,3	23,1
Temperatura do Ar - Bulbo Úmido (°C)	20,8	20,7
Temperatura do Ponto De Orvalho (°C)	19,9	19,4
Umidade Relativa Do Ar (%)	87	80
Direção do Vento (°)	14	9
Velocidade do Vento (m/s)	3	7

* São informações de uma estação no município vizinho.

Quadro 2: Dados da estação convencional em Água Branca. Fontes: INMET.

Nas imagens do canal infravermelho (figura 3A) é possível notar nuvens cumulonimbus de topo frio, o que é confirmado pelas imagens do canal visível (figura 3C). Há muita umidade presente na atmosfera (figura 3B).

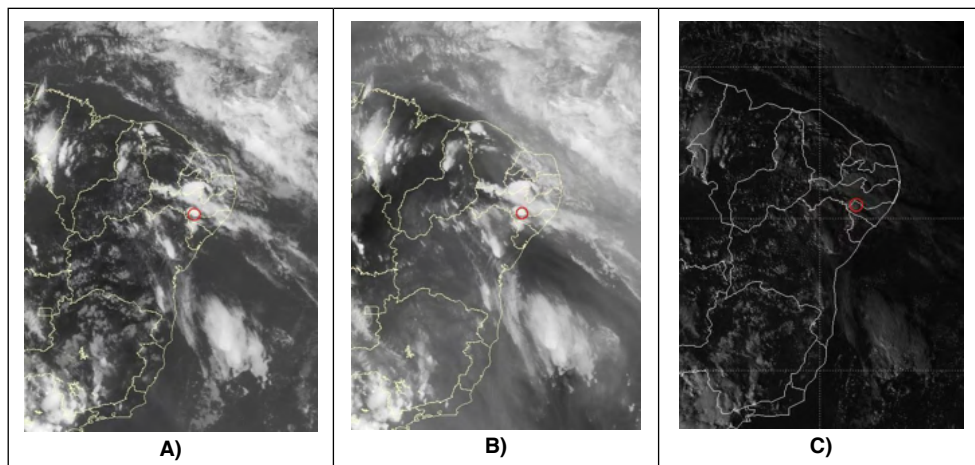


Figura 3: Imagens do satélite GOES-13 para o dia 25/12/2015 às 20Z no canal infravermelho (A), vapor d'água (B) e visível (C). Círculo vermelho indica o município de Mata Grande.

Fonte: INPE / CPTEC / DSA - NOAA.

Observa-se em baixos níveis (800 hPa) ventos de leste muito fortes sobre o oceano em direção ao continente (figura 4A). A figura 4B mostra dois ciclones em 500hPa observados às 20Z, o primeiro (B1) sobre o Maranhão, Piauí e Ceará; e o segundo (B2) sobre o oceano. Em 300hPa (figura 4C) observa-se um cavado proveniente do segundo ciclone sobre a região. Em altos níveis observam-se sistemas de baixa pressão com centro a sudoeste influenciando a região. Ou seja, em 300 hPa (figura 4C) observa-se um cavado proveniente do segundo ciclone sobre a região.

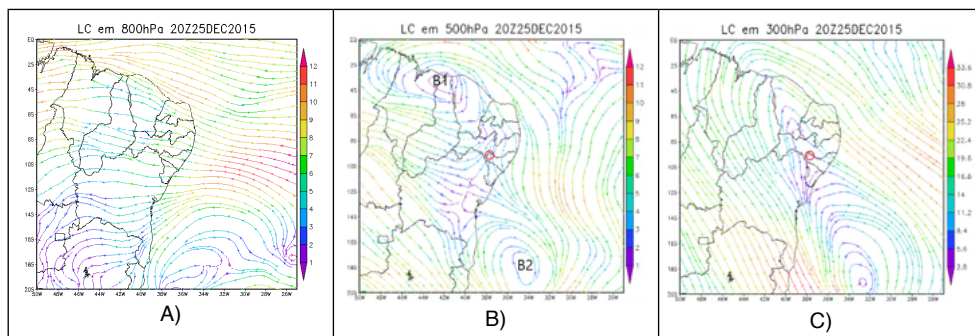


Figura 4: Linhas de corrente para o dia 25/12/2015 às 20Z em 800 hPa (A), 500 hPa (B) e 300 hPa (C). Círculo vermelho indica o município de Mata Grande.

Fonte: ERA5 - ECMWF.

O perfil simulado pelo do modelo ERA5 – ECMWF para a região de granizo mostra que há nebulosidade convectiva fraca sobre o local, mas a base das nuvens (perto de 750 hPa) é um pouco elevada para nuvens convectivas intensas (figura 5). A atmosfera está muito úmida entre 950 e 800 hPa, há instabilidade condicional em todo o perfil da atmosfera.

Até 800 hPa os ventos eram fracos, acima disso se intensificaram. A variação de direção do vento com aumento de altura foi mais significativa entre 700 e 600 hPa. Esta variação em sentido horário indicou advecção local de ar frio nesta camada. Esta advecção favoreceu a formação de uma camada mais instável (750-650 hPa) que, sequentemente, contribuiu para o desenvolvimento das nuvens convectivas.

O valor de CAPE (862 J/kg) foi muito baixo para indicar a formação de granizo (Fedorova, 2017). O Valor de índice LI (-3) mostra mais instabilidade, formação da chuva convectiva e fraca possibilidade de trovoadas.

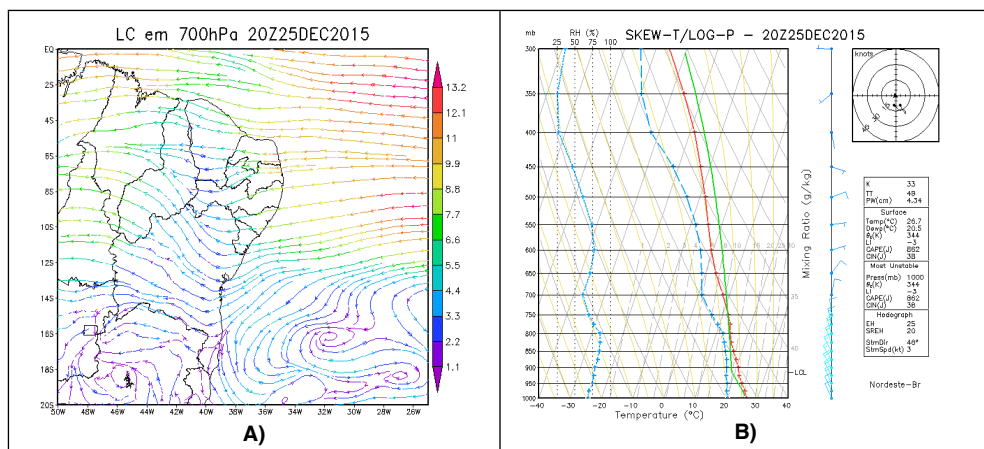


Figura 5: Linhas de Corrente em 700 hPa (A) e diagrama termodinâmico (B) para o dia 25/12/2015 às 20Z.

Fonte: ERA5 - ECMWF.

As parcelas das massas de ar vieram das direções: Leste em baixos níveis (950 hPa), Nordeste em médios níveis (600 hPa) e Sudeste em altos níveis (300 hPa) (Figura 6). Isto afirma que houve uma mudança na direção dos ventos em médios níveis comparando a direção do vento no momento do evento simulado pelo perfil vertical, com a trajetória da parcela calculada pelo HYSPLIT.

O ponto final da trajetória da parcela de ar foi definido para a localidade de Mata Grande (9,12°S, 37,74°W). É possível observar que as parcelas de ar que formaram este CCM vieram do oceano.

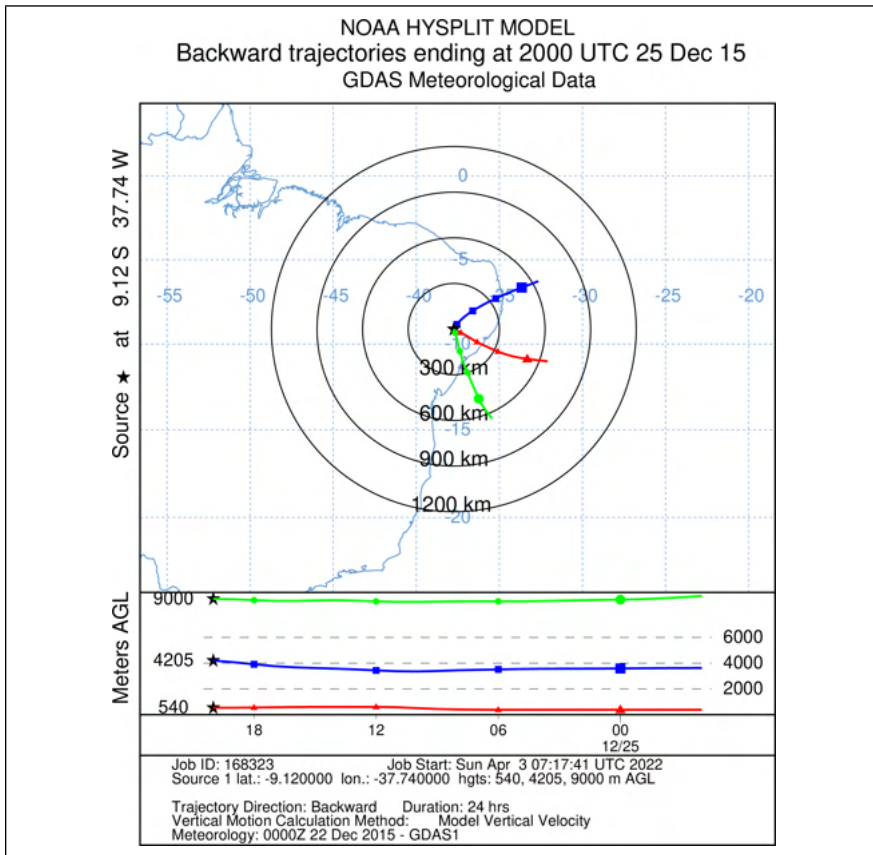


Figura 6: As trajetórias das parcelas de ar (deslocamento '*backwards*') em baixos, médios e altos níveis para Mata Grande no dia 25/12/2015 às 20Z com 24h de antecedência.

Caso de Delmiro Gouveia - AL em 04/12/2018

O caso foi noticiado no dia seguinte. De acordo com a SEMARH - AL o evento ocorreu entre às 19h e 20h local (22Z e 23Z). A estação meteorológica mais próxima (Quadro 3) registrou céu encoberto por nuvens, com precipitação no local. A temperatura do ar estava em torno de 24° e foi diminuindo, a umidade foi aumentando com o tempo. Ventos fracos durante toda a noite.

Data	04/12/2018	05/12/2018
Hora	18:00	00:00
Nuvens Baixas (Código)	0	0
Nuvens Médias (Código)	9	7
Nuvens Altas (Código)	0	2
Nebulosidade (Décimos)	9	10
Precipitação Total (mm/6h)	0	22,2
Pressao Atmosferica ao Nivel Da Estação (mb)	938,3	943,6
Pressao Atmosferica Ao Nivel Do Mar (mb)	null	null
Temperatura do Ar - Bulbo Seco (°C)	30,7	21,7
Temperatura do Ar - Bulbo Úmido (°C)	24,3	21,5
Temperatura do Ponto De Orvalho (°C)	21,4	null
Umidade Relativa Do Ar (%)	58	98
Direção do Vento (°)	23	23
Velocidade do Vento (m/s)	1	1

* São informações de uma estação no município vizinho.

Quadro 3: Dados da estação convencional em Água Branca. Fontes: INMET.

Devido a falta de banco de dados, apenas foi possível encontrar imagens nos canais infravermelho (figura 7A) e realçado (figura 7B), que exibem um grande aglomerado sobre o sertão nordestino. Pode-se observar que sobre o município de estudo o topo da nuvem está frio. A temperatura do topo das nuvens (pelos dados no canal realçado, figura 7B) atingiu -90°C.

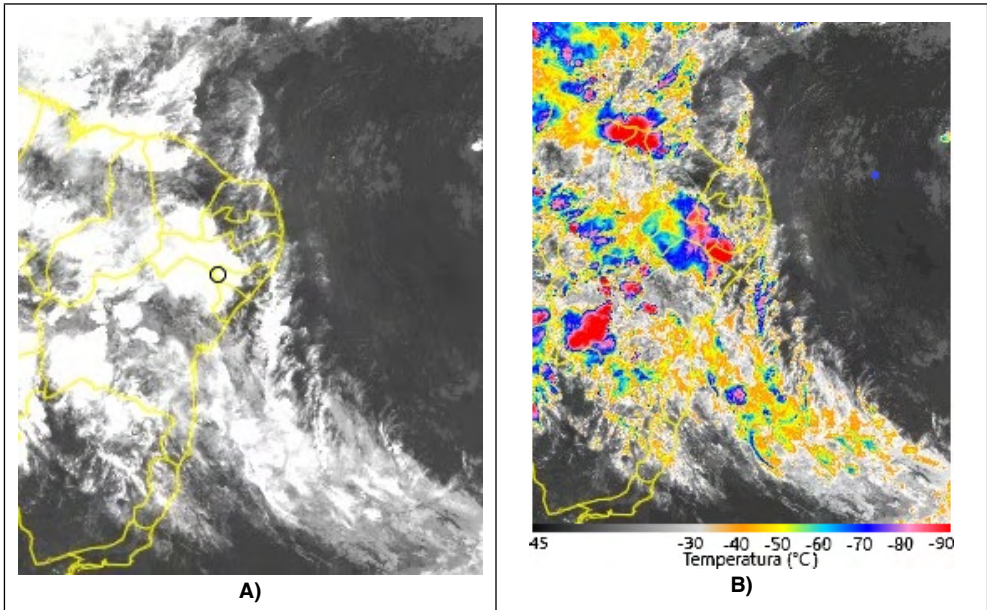


Figura 7: Imagens do satélite GOES-16 para o dia 04/12/2018 às 22Z nos canais infravermelho (A) e infravermelho realçado (B). Círculo preto indica o município de Delmiro Gouveia.

Fonte: INMET.

Em todos os níveis observa-se cavados influenciando a região. A figura 8A mostra um cavado que se forma sobre o local do evento e se direciona a uma convergência em torno do estado, elevando as massas de ar. Em 600 hPa (figura 8B), um cavado pequeno e fraco influencia o estado de Alagoas. Em altos níveis, 300 hPa (figura 8C) mostra fortes ventos ciclônicos que geram um cavado sobre o estado.

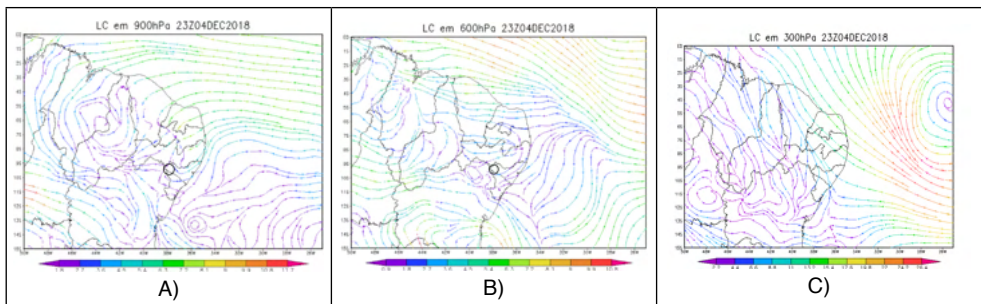


Figura 8: Linhas de corrente para o dia 04/12/2018 às 23Z em 900 hPa (A), 600 hPa (B) e 300 hPa (C). Círculo preto indica o município de Delmiro Gouveia.

Fonte: ERA5 - ECMWF.

O diagrama termodinâmico mostra que havia nebulosidade convectiva fraca sobre o local (figura 9). O índice de CAPE é muito baixo para uma nuvem (cumulonimbus) formar

granizo, apenas 680 J. A variação do vento com a altura mostra a advecção de ar quente próximo da superfície (variação do vento à esquerda) e advecção fria perto do nível de 750 hPa (variação do vento para a direita). Esta advecção gerou um aquecimento próximo da superfície, resultando em uma camada mais instável (600-700 hPa) (Fedorova, 2017).

Estes dois fatores contribuíram na formação de instabilidade local. Importante destacar que no evento de granizo em Mata Grande também foi identificada a advecção de ar frio no mesmo nível.

Contudo, a atmosfera ficou seca e mais fria em médios níveis e úmida em baixos níveis. Entre 900 e 800 hPa a temperatura do ar era igual ao ponto de orvalho. Em 350 hPa são indicadas nuvens do tipo Cirrus com umidade superior a 100%.

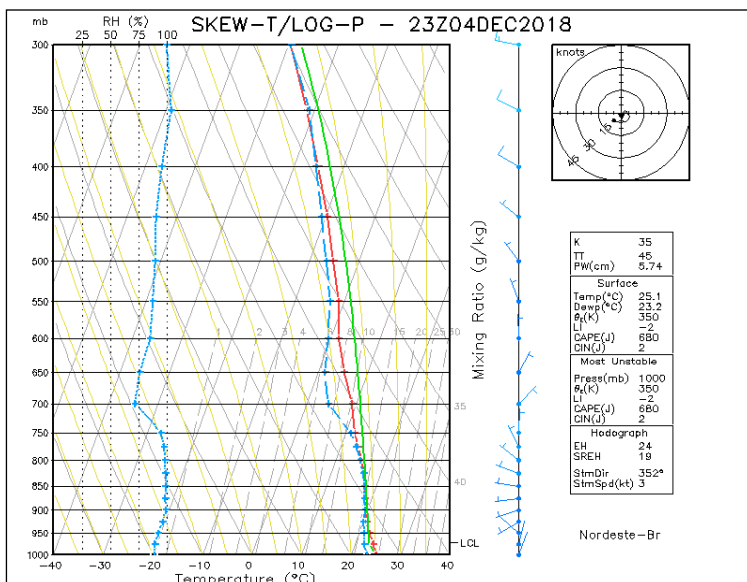


Figura 9: Diagrama termodinâmico para o dia 04/12/2018 às 23Z.

Fonte: ERA5 - ECMWF.

Verifica-se que em altos níveis (300 hPa) há um deslocamento majoritariamente meridional desde o sul (figura 10), enquanto que em médios níveis esse deslocamento é relativamente zonal nos dois casos. Tanto neste, quanto no outro caso, a trajetória em baixos níveis (950 hPa) é zonal. Sendo no caso de Mata Grande de leste para oeste, e para Delmiro Gouveia de oeste para leste.

Diferente do anterior, nesse caso nenhuma parcela de ar provém do oceano dentro de 24h de simulação. Entre 48 e 36h de antecedência é possível observar massas de ar dos médios níveis sobre o oceano.

NOAA HYSPLIT MODEL
 Backward trajectories ending at 2200 UTC 04 Dec 18
 GDAS Meteorological Data

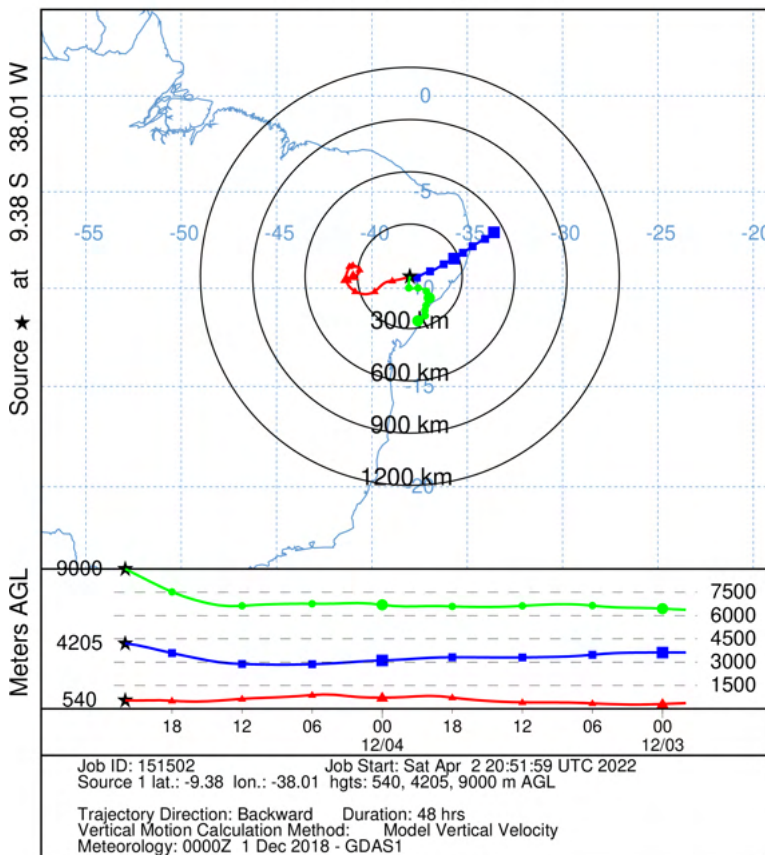


Figura 10: As trajetórias das parcelas de ar (deslocamento 'backwards') em baixos, médios e altos níveis para Delmiro Gouveia no dia 04/12/2018 às 22Z com 24h de antecedência.

CONCLUSÃO / CONCLUSION

Foram noticiados 5 casos de grizno no nordeste entre 2014 e 2019, mas apenas dois destes ocorreram em território alagoano. Ambos os casos aconteceram no mês de dezembro em municípios bem próximos localizados no sertão alagoano. O primeiro caso foi no dia 25/12/2015 em Mata Grande, o outro no dia 04/12/2018 em Delmiro Gouveia.

No primeiro caso, a estação do INMET registrou muita nebulosidade com nuvens médias no local, com temperaturas do ar e do ponto de orvalho muito próximas, 20 e 19°C. A umidade estava em 85% com ventos fracos em solo, entretanto as análises sinóticas mostram ventos fortes no oceano em baixos níveis.

A maior contribuição para a formação de tempestade severa foram dois Vórtices Ciclônicos em Médios Níveis (VCMN) e um cavado em altos níveis. Os VCMN foram

descobertos recentemente (Fedorova et al. 2017) e ainda pouco informação sobre os fenômenos meteorológicos associados. O perfil vertical da atmosfera estava muito úmido na superfície com instabilidade condicional acima. A variação do vento com a altura indicou advecção local de ar frio, o que contribuiu para a formação de instabilidade, gerando nuvens convectivas. O modelo não mostrou valor do CAPE suficiente para convecção profunda e mesmo assim houve precipitação de granizo.

No segundo caso, a estação do INMET também registrou nuvens médias, mas com menos nebulosidade. O ar não estava tão frio, com a temperatura do ar em 24°C e umidade em 80%. Os ventos estavam muito fracos na superfície. Neste caso, observa-se cavado em todos os níveis, o que evidencia a formação de nuvens convectivas. A análise termodinâmica mostra uma advecção quente próximo a superfície e outra advecção fria em 750 hPa geraram um aquecimento próximo a superfície e instabilidade na camada de 600-700 hPa. O modelo não mostrou valor do CAPE suficiente para convecção profunda e mesmo assim houve precipitação de granizo. O CAPE era também insuficiente para formar granizo.

Em ambos os casos, o modelo não mostrou CAPE suficiente para formação de nuvens de convecção profunda e capaz de gerar granizo. Entretanto, mostrou nas linhas de corrente, sistemas sinóticos que influenciam a formação de fenômenos adversos, como VCMN e cavados. A variação do vento com a altura mostrou advecção fria em médios níveis (700 hPa), deixando a camada mais seca. Nenhum dos casos demonstraram condições adequadas de CAPE, mas houve precipitação de granizo.

É possível afirmar que o momento da precipitação de granizo no sertão de Alagoas pode ser formado por uma mudança de direção dos ventos em médios níveis (600 hPa). Isso se confirma pelo cálculo da trajetória da parcela feita pelo modelo HYSPLIT, em comparação com a direção das massas de ar no perfil vertical simulado (com dados do ERA5).

Portanto, a ocorrência de granizo no estado de Alagoas é possível mesmo que os modelos apontem valores baixos de CAPE e massas de ar seco em médios níveis. Também é possível afirmar que ventos fracos na superfície e cavado em todo o perfil da atmosfera contribuem significativamente para a formação de granizo. A análise da variação do vento com altura mostra a formação local de instabilidade, que contribui na formação de granizo.

REFERÊNCIAS / REFERENCES

Livros

FEDOROVA, N.; SILVA, B. F. P.; LEVIT, V. Análise e Previsão Prática das Nuvens Pelo Diagrama Termodinâmico SKEW-T/LOG-P. 2017, 227p. ISBN: 978-85-923360-1-1.

FEDOROVA, N.; SILVA, B. F. P.; LEVIT, V. Complexos Convectivos de Mesoescala Sobre o Nordeste do Brasil, 2019, 239p. ISBN: 978-65-900634-0-3.

FEDOROVA, N. Meteorologia Sinótica. Volume 2. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária- UFPel, 2001, p.242. ISBN: 85-7192-154-7; CDD: 551.5

FEDOROVA, N. Sinótica III: Frentes, Correntes de Jato, Ciclones e Anticiclones. Material didático: sinopses, figuras, equações Maceió: Ed. Universitária/ UFAL, 2008, 192 p. ISBN: 978-85-7177-421-6; CDU: 551.5

FEDOROVA, N. Sinótica IV: Sistemas e Processos Sinóticos Atuantes na América do Sul. Material didático: sinopses, figuras, equações Maceió: Ed. Universitária/ UFAL, 2008, 192 p. ISBN: 978-85-7177-422-3; CDU: 551.5

FEDOROVA, N.; LEVIT, V. Organizadores. Primeiros Passos em Análise Meteorológica: OpenGrADS é Fácil, 2020, 85p. Autores e Colaboradores: Camila Oliveira, Davidson Melo, Glenda Silva, Mayara Lins, Thiago Barros. ISBN: 978-65-00-02977-2

FORSDYKE, A. G. 1969. Previsão do Tempo e Clima. São Paulo: Melhoramentos. 159p. TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; DO AMARAL, Rosângela. Desastres naturais: conhecer para prevenir. Instituto geológico, 2009.

VAREJÃO-SILVA, M. A. 2006. Meteorologia e Climatologia. Versão Digital 2. Recife: 2006. 449p.

Repositório Acadêmico

MILHAHN JUNIOR, A. W. Uma Ferramenta Para Análise Automática Dos Complexos Convectivos De Mesoescala No Nordeste Do Brasil. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016.

Artigo em revista acadêmica

BEREZUK, A. G. Eventos extremos: Estudo da chuva de granizo de 21 de abril de 2008 na cidade de Maringá-PR. Revista Brasileira de Climatologia, v. 5, 2017.

BRITO, B. M.; LEVIT, V.; FEDOROVA, N.; MOLION, L.C.B.; TEÓRIO, R.S.; RODRIGUES, R.N. & SILVA, B.F.P. 2011. Análise do Comportamento das Trovoadas no Estado de Alagoas, Previsão a Curto Prazo. Revista Brasileira De Meteorologia, 26(2): 243-256.

CORDEIRO, E. S.; FEDOROVA, N.; LEVIT, V. Análise Sinótica e Termodinâmica dos Eventos Com Trovoadas Para o Estado de Alagoas no Período de 15 Anos (1998-2012). Revista Brasileira de Meteorologia, v. 33, n. 4, 685-694, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-77863340010>. ISSN 1982-4351.

KULICOV, V. A.; RUDNEV, G. V. Agrometeorologia Tropical. Havana: Científica – Técnica, 1980, p. 130 – 134.

LYRA, M. J. A.; FEDOROVA, N.; LEVIT, V; FREITAS, I. G. F. Características dos Complexos Convectivos de Mesoescala no Nordeste Brasileiro. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 35, n. Especial, 727-734, 2020

LYRA, M. J. A.; BONFIM, O. E. T.; FEDOROVA, N.; LEVIT, V. Diagnóstico de um Complexo Convectivo de Mesoescala Observado no Semiárido do Nordeste Brasileiro (Mesoscale Convective Complex diagnosis observed in Semi-arid of Northeast Brazil). Revista Brasileira de Geografia Física, v. 11, n. 6, p. 1998-2009, 2018.

LYRA, M. J. A.; CAVALCANTE, L. C. V.; FEDOROVA, N.; LEVIT, V. Complexos Convectivos de Mesoescala sobre o Nordeste do Brasil e fenômenos adversos associados. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 9, n. 3, p. 95-103, 2018.

LYRA, M. J. A.; CAVALCANTE, L. C. V.; FEDOROVA, N.; LEVIT, V. Ligação Entre Extremidade Frontal e Zona de Convergência Intertropical Sobre a Região Nordeste do Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, Vol. 42 - 1, p 413-424, 2019.

MARCELINO, I. P. V. O.; MENDONÇA, M.; RUDORFF, F. Ocorrências de granizo no estado de Santa Catarina. Em: *I Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais*. GEDN/UFSC Florianópolis. Brasil, 2004. p. 795-805.

FEDOROVA, N.; DOS SANTOS, D. M. B.; LOPES SEGUNDO, M. M.; LEVIT, V. Middle Tropospheric Cyclonic Vortex In Northeastern Brazil And The Tropical Atlantic. *Pure and Applied Geophysics*, 2017, 174 (1), 397-411. DOI 10.1007/s00024-016-1381-1.

SILVA, B. F. P.; FEDOROVA, N.; LEVIT, V.; PERESETSKY, A.; BRITO, M.; Sistemas sinóticos associados às precipitações intensas no estado de Alagoas. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 26, n. 3, p. 323-338, 2011.

Reportagem de jornal com autoria

SEMARH - AL, Ascom. Volume de chuva no sertão do são francisco foi maior que o esperado. **Cada Minuto**. Maceió, 05, dez. 2018. Disponível em: <Volume de chuva no Sertão do São Francisco foi maior que o esperado>. Acesso em: 29 set. 2020

Reportagem de jornal sem autoria

CHUVA de granizo assusta moradores de Mata Grande, Sertão de Alagoas. **G1 AL**, Maceió, 25 dez. 2015. Disponível em: <<http://glo.bo/1NPi8CY>>. Acesso em: 29 set. 2020.

SOBRE OS ORGANIZADORES

AMÉRICO JUNIOR NUNES DA SILVA - Professor do Departamento de Educação da Universidade do Estado da Bahia (Uneb - Campus VII) e docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação, Cultura e Territórios Semiáridos - PPGESA (Uneb - Campus III). Doutor em Educação pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Mestre em Educação pela Universidade de Brasília (UnB), Especialista em Psicopedagogia Institucional e Clínica pela Faculdade Regional de Filosofia, Ciências e Letras de Candeias (IESCFAC), Especialista em Educação Matemática e Licenciado em Matemática pelo Centro de Ensino Superior do Vale do São Francisco (CESVASF). Foi professor e diretor escolar na Educação Básica. Coordenou o curso de Licenciatura em Matemática e o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid) no Campus IX da Uneb. Foi coordenador adjunto, no estado da Bahia, dos programas Pró-Letramento e PNAIC (Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa). Participou, como formador, do PNAIC/UFSCar, ocorrido no Estado de São Paulo. Pesquisa na área de formação de professores que ensinam Matemática, Ludicidade e Narrativas. Integra o Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática (CNPq/UFSCar), na condição de pesquisador, o Grupo Educação, Desenvolvimento e Profissionalização do Educador (CNPq/PPGESA-Uneb), na condição de vice-líder e o Laboratório de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática (CNPq/LEPEM-Uneb) na condição de líder. É editor-chefe da Revista Baiana de Educação Matemática (RBEM) e da Revista Multidisciplinar do Núcleo de Pesquisa e Extensão (RevNUPE); e coordenador do Encontro de Ludicidade e Educação Matemática (ELEM).

ANDRÉ RICARDO LUCAS VIEIRA - Doutorando em Educação pela Universidade Federal do Sergipe - UFS/PPGED. Mestre em Educação de Jovens e Adultos pela Universidade do Estado da Bahia - UNEB/MPEJA (2018), com Especialização em Tópicos Especiais de Matemática (2020), Ensino de Matemática (2018), Educação de Jovens e Adultos (2016), Matemática Financeira e Estatística (2015) e Gestão Escolar (2008). Licenciado em Pedagogia pela Faculdade de Ciência, Tecnologia e Educação (2021) e Licenciado em Matemática pela Universidade Nove de Julho (2000). Atualmente é professor EBTT efetivo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano - IFSertãoPE. Membro do Grupo de Estudos e Pesquisas em Formação de Professores e Tecnologias da Informação e Comunicação - FOPTIC (UFS/CNPq) e do Núcleo de Estudos e Pesquisas sobre Pedagogia Universitária - NEPPU (UEFS/CNPq). É editor assistente da Revista Baiana de Educação Matemática - RBEM.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ações afirmativas 15, 96

Agropecuária 32, 68, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 84, 94

Análise real 104, 109

Análise sazonal 116, 117, 119, 120, 123, 126

Atividade biológica 116, 117, 118, 119, 125

B

Base Nacional Comum Curricular 7, 8, 9, 10, 12, 19, 20, 43, 58

C

Cortes de Dedekind 104

D

Déficit hídrico 85, 94

Desmatamento 32, 38, 71, 74, 76, 77, 78, 81

Diversidade 13, 14, 17, 32, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 113, 130

Diversidade cultural 96, 98, 99, 100, 103

E

Educação Matemática 59, 156

Energia 22, 61, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 84, 120, 128, 129, 130, 131, 136, 138

Excel 1, 4, 6, 132

F

Floresta tropical 22, 29, 87, 95

G

Gênero 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 47, 98, 99, 101, 102

Gestão 8, 37, 96, 97, 100, 102, 112, 156

Granizo 139, 140, 141, 142, 144, 145, 147, 151, 152, 153, 154, 155

H

Hospital 110, 112, 113, 114

Humidex 60, 62, 65, 66, 67

I

Índice de transmissividade 21, 22, 23, 25, 28, 29, 30

Índice NDVI 31, 33, 37

M

Matemática 2, 6, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 109, 156

N

Nordeste brasileiro 30, 139, 140, 141, 154

Números reais 104, 105, 106

O

Óleos essenciais 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 126

P

Pantanal 32, 38, 72, 128, 129, 130, 131, 132, 136, 138

Preconceito 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 101, 103

Previsão do tempo 139, 154

Professor 13, 15, 16, 18, 42, 44, 45, 46, 50, 51, 52, 53, 57, 58, 59, 71, 139, 156

Profissão 40, 41, 43, 44, 45, 54, 56, 57, 58

Projeto social 110, 112, 114

Psidium cattleyanum 116, 117, 118, 119, 125, 126, 127

Q

Queimadas 31, 32, 34, 36, 37, 38, 112, 128

R

Radiação 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 39, 68, 78, 83, 88, 89, 90, 122, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138

S

Sazonalidade 22, 89, 91, 127, 131, 138

Simulação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 151

Solo-planta-atmosfera 85, 86, 94

T

Temperatura 24, 26, 32, 38, 60, 61, 63, 65, 68, 74, 78, 85, 88, 89, 90, 91, 92, 119, 120, 122, 124, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 135, 136, 137, 138, 143, 144, 145, 148, 149, 151, 153

Teorema do limite central 1

U

Umidade 26, 32, 60, 61, 63, 72, 74, 87, 88, 90, 91, 92, 118, 122, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 143, 144, 145, 148, 149, 151, 152, 153

V

Variabilidade climática 85

Variáveis meteorológicas 24, 60, 81

Vegetação densa 31, 36

Voluntário 110, 112, 114

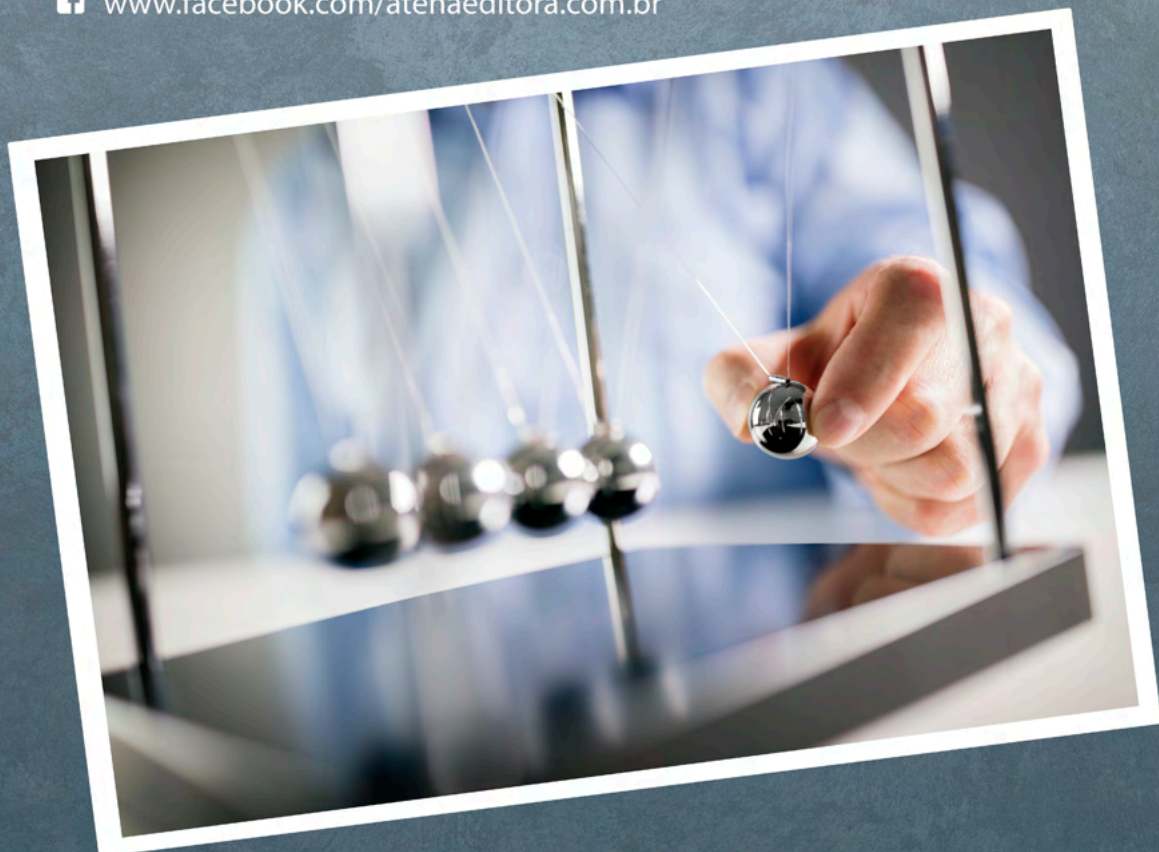
🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR DAS CIÊNCIAS EXATAS: Conhecimentos e pesquisas 2

Atena
Editora
Ano 2022

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR DAS CIÊNCIAS EXATAS: Conhecimentos e pesquisas 2