

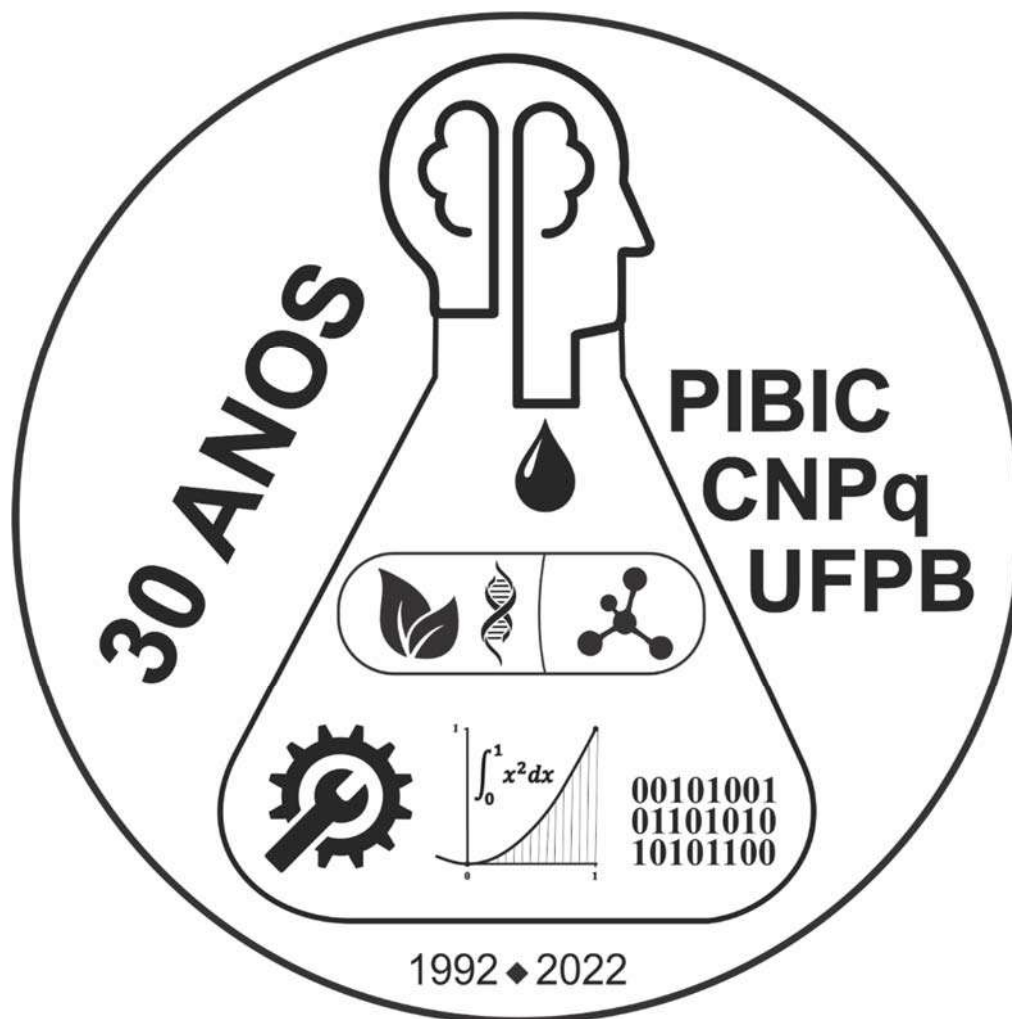
SÉRIE

INICIADOS

VOL. 28

2022

Trabalhos premiados no XXX Encontro de Iniciação Científica da UFPB – Vigência 2021-2022.



“200 anos de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil: o papel do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica na UFPB nos últimos 30 anos”.

ORGANIZADORES:

*Valdir Andrade Braga
Maria de Fátima Vanderlei de Souza
Francisco Lopes Galvão Filho
Maria Luciene Ferreira Lima
Rogério Oliveira Barbosa*

*UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
COORDENAÇÃO GERAL DE PROGRAMAS
ACADÊMICOS E DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
JOÃO PESSOA, 2022*

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

REITOR *Valdiney Veloso Gouveia*
VICE-REITORA *Liana Filguera Albuquerque*



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



PRÓ-REITOR *Prof. Valdir Andrade Braga*

COORDENAÇÃO DE PESQUISA *Profa. Renate Maria Ramos Wellen*

COORDENAÇÃO GERAL DE
PROGRAMAS DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA *Profa. Maria de Fátima Vanderlei de Souza*

COMISSÃO CIENTÍFICA

Profa. Maria de Fátima Vanderlei de Souza (CGPAIC)
Prof. Bruno de Oliveira Dias (CCA)
Prof. Carlos Augusto Alanis Clemente (CCHSA)
Prof. Darlan Alexandria Fernandes (CEAR)
Prof. Edson Luiz Folador (CBIOTEC)
Prof. Ewerton Monteiro Salvador (CCI)
Prof. Herondy Francisco Santana Mota (CCEN)
Prof. José Jassuipe da Silva Morais (CCA)
Prof. Luciano Coutinho Silva (CBIOTEC)
Prof. Márcio Silva Santos (CCEN)
Prof. Paulo Aguiar do Monte (CCSA)
Prof. Severino Aires de Araujo Neto (CCM)
Prof. Teobaldo Leite Bulhoes Junior (CCI)
Profa. Ana Berenice Peres Martorelli (CCHLA)
Profa. Ana Patrícia Almeida Bezerra (CCHSA)
Profa. Claudilene Gomes da Costa (CCA)
Profa. Cristiane Kelly Ferreira da Silva (CEAR)
Profa. Fabíola Dias da Silva Curbelo (CT)
Profa. Ingrid Conceição Dantas Guerra (CTDR)
Profa. Joelma Abrantes Gudes Temoteo (CCTA)
Profa. Luana Rodrigues de Almeida (CCS)
Profa. Marcleide Maria Macêdo Pederneiras (CCTA)
Profa. Maria Daniella de Oliveira P. da Silva (CCSA)
Profa. Nataly Albuquerque dos Santos (CTDR)
Profa. Rafaela Lira Formiga Cavalcanti de Lima (CCS)
Profa. Roberta Candeia Gonçalves (CCJ)
Profa. Sheila Alves Bezerra da Costa Rêgo (CT)
Profa. Vivia de Melo Silva (CE)
Profa. Viviany Silva Araújo Pessoa (CE)
Profa. Yirina Valdes Vazquez (CCA)

Maria de Fátima Vanderlei de Souza (Coordenadora)

Francisco Lopes Galvão Filho (Sub-coordenador)

Claudia Andrade de Freitas Alencar

Iêda Cantidiano de Andrade

EQUIPE CGPAIC *Isabele Elonora do Espírito Santo Silva*

Maria José da Silva

Maria Luciene Ferreira Lima

Raissa Carvalho Cavalcanti de Albuquerque Montenegro

Rogério Oliveira Barbosa

Prof. Helder Buenos Aires de Carvalho (UFPI)

Prof. Jorge Mauricio David (UFBA)

Prof. Pedro Dantas Fernandes (UFCEG)

Prof. Romualdo Rodrigues de Menezes (UFCEG)

COMITÊ EXTERNO *Profa. Janaina Weissheimer (UFRN)*

Profa. Rosa Ester Rossini (USP)

Profa. Tania Maria Sarmiento da Silva (UFRPE)

Profa. Teresinha Gonçalves da Silva (UFPE)

Profa. Viviane Souza do Amaral (UFRN)

S485 Série Iniciados : trabalhos premiados no XXX Encontro de Iniciação Científica da UFPB [recurso eletrônico]. - v.28, (2021-2022). - Dados eletrônicos. - João Pessoa : PROPESQ/UFPB, 2022.
657 p. : il.

Anual.

Organizadores: Valdir Andrade Braga, Maria de Fátima Vanderlei de Souza, Francisco Lopes Galvão Filho, Maria Luciene Ferreira Lima, Rogério Oliveira Barbosa.

Modo de acesso: <<http://www.propesq.ufpb.br/propesq/contents/menu/publicacoes/serie-iniciados-trabalhos-premiados>>

1. Pesquisa científica. 2. Iniciação científica. 3. Encontro científico. 4. Pesquisa multidisciplinar. I. Título.

UFPB/BC

CDU 001.891

ISBN: 978-65-5942-210-4

*Os artigos e suas revisões são de
responsabilidade dos seus autores.*

Foto de capa: [Clicklab](#).

PROMOÇÃO



PROPESQ
Pró-Reitoria de Pesquisa UFPB



Série Iniciados Vol. 28

2022

TRABALHOS PREMIADOS NO XXX ENCONTRO DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA DA UFPB.

CAMPUS I (João Pessoa) – 17 a 21 de outubro de 2022;
CAMPUS IV (Mamanguape) – 7 e 8 de novembro de 2022;
CAMPUS II e III (Bananeiras) – 09, 10 e 11 de novembro de 2022.



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

Prédio da Reitoria, 2º andar
Cidade Universitária – João Pessoa-PB
CEP: 58051-900

SINOPSE:

INICIADOS, série lançada em sua primeira edição em 1995 pela então Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, tinha como objetivo tornar públicas as pesquisas desenvolvidas, sob a orientação de um pesquisador, pelos alunos de Iniciação Científica que haviam sido premiadas durante o II Encontro de Iniciação Científica UFPB e 3º ano do PIBIC na UFPB.

Nos trinta anos PIBIC/CNPq/UFPB, podemos comemorar o sucesso do Programa de Iniciação Científica na UFPB com o lançamento da 28ª edição da Série Iniciados contendo os trabalhos premiados durante o XXX ENIC, quando foram apresentados 1273 trabalhos de pesquisas dos alunos de Iniciação Científica, sendo 112 trabalhos da área de Ciência Exatas; 153 das Engenharias; 311 das Ciências da Saúde; 114 das Biológicas; 143 das Ciências Sociais Aplicadas; 190 de Humanas; 68 de Linguística; Letras e Artes; e 45 trabalhos da área de Multidisciplinar, dentre estes foram premiados 36 trabalhos.

Parabéns Comunidade Acadêmica da UFPB pelo sucesso dos Programas de Iniciação Científica.

João Pessoa, 17 de outubro de 2022.

Maria de Fátima Vanderlei de Souza
*Coordenadora Geral de Programas Acadêmicos e
de Iniciação Científica*

SUMÁRIO

Ciências Agrárias:

- JÚLIA BEATRIZ DE OLIVEIRA SOUZA & ANDERSON FERREIRA VILELA. Estudo cinético da secagem de tenebrio gigante e caracterização físico-química e microbiológica para uso como matéria-prima para produção de cerveja. 11
- KELLY VITÓRIA LIMA SILVA FERREIRA & LEONARDO AUGUSTO FONSECA PASCOAL. Coeficientes de digestibilidade das sementes de munguba (*Pachira aquatica* Aubl.) e jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) para coelhos em crescimento. 23
- LAURA SUÊNIA FELIPE DOS SANTOS & AMANDA MARÍLIA DA SILVA SANTANA. Caracterização físico-química e atividade antioxidante de kefir caprino adicionado de geleia de oiti (*Licania tomentosa* Benth.). 38
- MARIA APARECIDA SOARES RIBEIRO & AMANDA MARÍLIA DA SILVA SANTANA. Qualidade nutricional e atividade antioxidante do leite asinino produzido no semiárido nordestino em diferentes épocas do ano. 62
- MARIA CLARA TEIXEIRA DE BARROS & ADRIANA FERREIRA DOS SANTOS. Avaliação física, físico-química e centesimal de amidos de fontes não-tradicionais com potencial para recobrimentos comestíveis. 78
- THAIS DE SOUZA DE MATOS & ARTHUR WILLIAN DE LIMA BRASIL. Prevalência e fatores de risco associados a brucelose em trabalhadores de matadouros na Paraíba. 103

Ciências Biológicas:

- EDUARDO BATISTA DE SOUZA ROCHA & ÂNGELA CAMILA ORBEM MENEGATTI. Triagem da atividade antimicrobiana de extratos vegetais de *Combretum* spp. frente à *Yersinia enterocolitica*. 128
- MÔNICA BARBOSA VIEIRA & ZELMA GLEBYA MACIEL QUIRINO. Biologia reprodutiva de espécies de cactaceae na caatinga brasileira: indicação de padrão e distribuição geográfica. 145

Ciências da Saúde:

- ANA FLÁVIA CHAVES UCHÔA & FRANCISCO HUMBERTO XAVIER JÚNIOR. Carreadores Lipídicos Nanoestruturados funcionalizados a base de óleo de copaíba aplicados ao tratamento de câncer de mama. 161
- ERICH BARBOSA ALBUQUERQUE SALES & ESTÁCIO AMARO DA SILVA JÚNIOR. Investigação do desenvolvimento da Síndrome de Burnout em cuidadores de crianças e adolescentes com autismo: antes e durante o isolamento imposto pela pandemia de COVID-19. 186
- RENATA BARBOSA DE ANDRADE & ESTÁCIO AMARO DA SILVA JÚNIOR. Análise do surgimento de transtornos mentais em cuidadores de crianças e adolescentes com Transtorno do Espectro Autista de acordo com o grau. 204

Ciências Exatas e da Terra:

- ASHLEY ANDERSSON SANTOS SANTANA DE JESUS & ÉRCULES EPAMINONDAS DE SOUSA TEOTONIO. Novos complexos de íons lantanídeos contendo ligantes dicetonatos e bis (fosfinóxidos). 223
- HELAYNE LUIZA DE SOUZA FLORENCIO & DAISY BESERRA LUCENA. Variabilidade espaço-temporal dos dias consecutivos secos no Estado da Paraíba. 245
- LARA DI CAVALCANTI PONTES & ANAND SUBRAMANIAN. Algoritmos eficientes para problemas de escalonamento de tarefas. 278

Ciências Humanas:

- QUESTÕES RACIAIS NAS OBRAS LITERÁRIAS DE MACHADO DE ASSIS: “MEMÓRIAS PÓSTUMAS DE BRÁS CUBAS” E “MEMORIAL DE AIRES. Ana Júlia Neves Barbosa, Telma Dias Fernandes. 295
- EMMILY DAIANE DA SILVA & MARIA ELIZETE GUIMARÃES CARVALHO. Entre documentos, iconografias e as lições de uma cartilha para alfabetização de jovens e adultos (meb, 1961 - 1963): memórias e representações. 310
- RONIELISON MATTEUS DA SILVA & JOSINEIDE DA SILVA BEZERRA. A importância das docentes e dos docentes do campus III no cotidiano das cidades de Bananeiras e Solânea. 333
- YRIS CAMPOS OLIVEIRA & CLAUDIA CRISTINA DO LAGO BORGES. A saúde dos Potiguara da Paraíba sob a política do SPI. 349

Ciências Sociais Aplicadas:

- MARIA ISAURA DA COSTA NETA & ROBERIO DANTAS DE FRANÇA. Efeitos da crise causada Pela covid-19 na book tax-difference (btd) de empresas brasileiras. 369
- PATRÍCIA ALBUQUERQUE MEDEIROS & EMANUEL LUIZ PEREIRA DA SILVA. Etnomapeamento, gestão socioterritorial, pescadoras artesanais: Uma realidade em movimento na pandemia do Covid-19 na RESEX Acaú/Goiana. 393
- SILVANDO CARLOS CAVALCANTE JÚNIOR & GUSTAVO DE FIGUEIREDO BRITO. Desenvolvimento e estudo de materiais inovadores para aplicação em impressão 3D. 422

Engenharias:

- ANDERSON CARLOS LIMA PEREIRA & AMÉLIA SEVERINO FERREIRA E SANTOS. Deposição de partículas fotocatalíticas em revestimento polimérico híbrido poliuretano-acrílico (PUA). 440
- GIOVANNA LAIS RODRIGUES LEAL & FABÍOLA DIAS DA SILVA CURBELO. Formulação de fluido de perfuração de petróleo a partir de sistemas microemulsionados utilizando tensoativos iônicos ou não iônicos. 458
- HUMBERTO RUFFO BISNETO & AMÉLIA SEVERINO FERREIRA E SANTOS. Obtenção e caracterização da hidrofobicidade de embalagem de papel revestida com poli(estireno-co-butadieno)/nanocristais de celulose/nanopartículas de prata (SB/NCC/AGNPS) pelo método de solution blow spraying (SBSP) 481
- MAYCON FAGNER DE OLIVEIRA MENESES & KELLY CRISTIANE GOMES DA SILVA. Avaliação da eficiência absorvedora das Superfícies Solares Envelhecidas. 495

Linguísticas, Letras e Artes:

- ÍTALO DURDSON XAVIER DE OLIVEIRA & MARCO VALÉRIO CLASSE COLONNELLI. Paródia e Efeito cômico nos Diálogos do Deuses, de Luciano de Samosata. 526
- RAYRANE MELYSSA LIMA ARAGÃO & ANA VALÉRIA RAMOS VICENTE. Frequências somáticas: aberturas do corpo ao tempo espiralar. 541

Multidisciplinar:

- JOÃO PAULO RODRIGUES DE LIMA & NADJACLEIA VILAR ALMEIDA. Análise espacial do número de casos e óbitos confirmados por Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) no estado da Paraíba, Brasil. 569
- MARIA CLARA RODRIGUES DIAS & NADJACLEIA VILAR ALMEIDA. Análise espacial do número de casos acumulados, ativos, recuperados e óbitos confirmados por COVID-19 no estado da Paraíba, Brasil. 595
- SABRINA GONÇALVES DE ALMEIDA & AYLÁ DÉBORA DANTAS DE SOUZA REBOUÇAS. Computação Plugada Pixel: Projeto, Desenvolvimento e Avaliação de Aplicativo para Apoiar o Ensino da Ciência da Computação relativo a Representação de Imagens. 627

CIÊNCIAS AGRÁRIAS

ESTUDO CINÉTICO DA SECAGEM DE TENEBRIO GIGANTE E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA PARA USO COMO MATÉRIA-PRIMA PARA PRODUÇÃO DE CERVEJA

Júlia Beatriz de Oliveira Souza¹; Raonne Roberto Verissimo da Silva²; Arianne Dantas Viana³; Natalia Costa da Silva⁴; Anderson Ferreira Vilela⁵

RESUMO

A alimentação à base de insetos é uma prática milenar para muitos povos. Nos últimos anos, a entomofagia tem ganhado cada vez mais espaço em pesquisas no meio acadêmico. Objetivou-se com este trabalho avaliar através da modelagem matemática a cinética de secagem do *Zophobas morio* utilizando diferentes temperaturas. Determinou-se a cinética de secagem nas temperaturas de 40°C, 50°C e 60°C ajustando os dados a 14 modelos matemáticos utilizando como critérios de ajuste o coeficiente de determinação (R^2) e o desvio quadrático médio. As temperaturas mostraram influência na curva de secagem e dependência da temperatura do ar na velocidade de secagem. O modelo Wang & Singh foi o mais indicado para representar o fenômeno de secagem em estufa do inseto nas diferentes condições de temperaturas. O tenebrio apresentou elevada carga microbiana comparado a outras matérias-primas alimentares e uma qualidade nutricional boa pela quantidade de lipídios e proteínas em alta concentração.

Palavras-chave: *Zophobas morio*. Entomofagia. Inseto comestível.

¹ beatrizjulia2510@gmail.com autora

² raonnerobertov12@gmail.com colaborador

³ arianneviana@hotmail.com colaborador

⁴ nataliacosta5032@gmail.com colaborador

⁵ prof.ufb.anderson@gmail.com orientador. Projeto: Uso de tenebrio gigante como matéria-prima na produção de bebida / Plano de Trabalho: Estudo cinético da secagem de tenebrio gigante e caracterização físico-química e microbiológica para uso como matéria-prima para produção de cerveja, (83) 9300-1520, dgtacchsa@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

O *Zophobas morio* é dos insetos mais consumidos no mundo (ORKUSZ, 2021) e dos mais promissores para utilização industrial e produção comercial em larga escala (CANADAS, 2021). Os tenébrios são ideais por serem limpos, não ocuparem muito espaço, não necessitarem de rações especiais e não exigirem equipamentos sofisticados (LINO, 2020). Além da facilidade de criação, esta espécie de inseto tem uma característica desejável do ponto de vista do processamento de alimentos que é a baixa quantidade de umidade (BEDNÁŘOVÁ *et al.*, 2013).

O tenébrio comum é usado principalmente como ração animal ou suplemento proteico por ser rico em proteínas e ácidos graxos essenciais (AMARENDER *et al.*, 2020; MORAES *et al.*, 2020) e, na sua forma larvar, está entre as espécies mais econômicas para a produção de alimentos ricos em proteínas, sendo comercializado por empresas na forma original (inseto vivo) ou mesmo desidratado para a alimentação de pets e animais em cativeiro (zoológico), incluindo aves, répteis, pequenos mamíferos, anfíbios e peixes, além de estar sendo também introduzido como ingrediente nas formulações de alimentos para consumo humano (DOBERMANN *et al.*, 2017; MISHYNA *et al.*, 2019).

A farinha de inseto, por exemplo, além de ser uma boa fonte de proteína e de um alto valor biológico, também é fonte de lipídeos. E estudos demonstram que as pessoas estão mais dispostas a comerem alimentos processados que contenham farinha de inseto, como biscoitos ou bolachas, do que comer insetos inteiros, podendo levar as pessoas a aceitarem insetos em sua dieta diária com experiências anteriores (CAPARROS *et al.*, 2014; GMUER, *et al.*, 2016; HARTMANN *et al.*, 2015; HARTMANN *et al.*, 2016; RUBY *et al.*, 2015; WILKINSON *et al.*, 2018).

A utilização do processo de secagem realizada de forma eficiente proporcionará a redução do conteúdo de água do inseto *in natura* para obtenção da farinha, permitindo a obtenção de produto com baixa atividade de água e maior tempo de armazenamento. E como forma de otimizar esse processo é muito importante o desenvolvimento da cinética de secagem.

Por meio da modelagem matemática da cinética de secagem é possível descrever o comportamento da transferência de massa entre o produto e o agente de secagem, o que

contribui com informações sobre o comportamento do mesmo durante o processo, despertando o interesse de pesquisadores para os mais diversos tipos de materiais (SANTOS *et al.*, 2017).

Objetivou-se avaliar através da modelagem matemática a cinética de secagem de inseto comestível (*Zophobas morio*).

METODOLOGIA

Obtenção do inseto comestível

Foi adquirido de fornecedor comercial regular de insetos comestíveis da cidade de Recife-PE tenébrio gigante (*Zophobas morio*) para produção da farinha. O produtor forneceu o inseto congelado e desidratado. Os animais criados em viveiro isolado do ambiente externo eram alimentados com ração, frutas e legumes em dieta formulada pelo zootecnista responsável técnico pelo criatório. Os insetos ao atingirem o peso ideal passaram por jejum de 24 horas recebendo apenas água para esvaziamento intestinal e depois foram abatidos por imersão rápida em água a 90 °C. Depois de abatidos foram deixados por determinado tempo em solução de água clorada para redução da carga microbiana e depois foram congelados. Por fim foram envasados e embalagens plásticas sob vácuo e acondicionadas em caixas escuras. Os insetos embalados ficaram sob congelamento para venda.

Estudo da cinética de secagem.

Para o processo de desidratação, as larvas do Tenébrio foram distribuídas sobre bandejas cobertas com telas, com aproximadamente 50 g, e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar, com a temperatura ajustada para 40, 50 e 60°C. As cinéticas de secagem foram realizadas pesando-se as bandejas teladas com as amostras, em quintuplicata, em intervalos regulares de 15 em 15 min nos primeiros 60 min, 30 em 30 min até os 120 min, e após os 120 min a cada 60 min até atingirem o equilíbrio dinâmico com o ar de secagem, sendo então determinada a massa seca em estufa a 105 °C, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Com os dados experimentais das

cinéticas de secagem foram calculadas as razões do teor de água das amostras, de acordo com a Equação 1.

$$RX = (X-X_e)/(X_i-X_e)$$

Em que: RX =razão do teor de água da amostra (adimensional); X = teor de água da amostra em um determinado tempo de secagem (base seca); Xi = teor de água inicial da amostra(base seca); Xe = teor de água de equilíbrio da amostra (base seca).

Com os dados coletados, foram construídas as curvas de cinética de secagem e os modelos matemáticos (Tabela 1) de Newton, Page, Page Modificado 1, Page Modificado 2, Henderson & Pabis, Logarítmico, Dois termos, Dois Termos exponencial, Wang & Sing, Aproximação por difusão, Verma, Hernderson & Pabis modificado e Midilli, foram ajustados aos dados experimentais, utilizando-se análise de regressão não linear, pelo método Quasi-Newton,através do programa computacional STATISTICA 7.0®.

Para avaliar qual modelo produziu o melhor ajuste foram utilizados, como parâmetros,o coeficiente de determinação (R²) Desvios Quadrático Médio (DQM) e Qui-quadrados (X²)

Tabela 1-Modelos matemáticos utilizados para ajustar os dados da cinética de secagem (continua)

Designação do modelo	Modelo	Eq.
Newton	$RX=\exp(-K*t)$	(2)
Page	$RX=\exp(-K*t^n)$	(3)
Page Modificado 1	$RX=\exp((-K*t)^n)$	(4)
Page Modificado 2	$RX= \exp(-(k*t)^n)$	(5)
Henderson & Pabis	$RX= a*\exp(-k*t)$	(6)
Logarítmico	$RX= a*\exp(-k*t)+c$	(7)
Dois termos	$RX= a*\exp(-k_0*t)+b*\exp(k_1*t)$	(8)
Dois Termos exponencial	$RX= a*\exp(-k*t)+(1-a)*\exp(-k*a*t)$	(9)
Wang & Sing	$RX=1+(a*t)+(b*t^2)$	(10)
Aproximação por difusão	$RX=a*\exp(-k*t)+(1-a)*\exp(-k*b*t)$	(11)

Tabela 1- Modelos matemáticos utilizados para ajustar os dados da cinética de secagem (conclusão)

Designação do modelo	Modelo	Eq.
Verma	$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t) + (1-a) \cdot \exp(-k_1 \cdot t)$	(12)
Hernderson & Pabis modificado	$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t) + b \cdot \exp(-k_0 \cdot t) + c \cdot \exp(-k_1 \cdot t)$	(13)
Midilli	$RX = a \cdot \exp(k \cdot t^n) + b \cdot t$	(14)

Onde: RX -razão do teor de água, adimensional; a, b, k, n, q -parâmetros dos modelos; t-tempo de secagem, min.

Caracterização físico-química da farinha/pasta de inseto.

Nesse mesmo laboratório foram determinados o teor de lipídios (óleos e gorduras), glicídios totais (carboidratos), proteínas e resíduo mineral fixo (cinzas). O resíduo mineral fixo da farinha de insetos foi determinado em forno mufla conforme metodologia 08-01 (AACC, 2000) e teor de proteína da farinha produzida foi obtido por digestão ácida e destilação por arraste de vapor, método de Kjeldahl, de acordo com a metodologia 46-10 (AACC, 2000). O percentual de lipídios na amostra de farinha foi calculado a partir da extração direta em Soxhlet

de acordo com a metodologia 032/IV (IAL, 2008) e o quantitativo de glicídios através do método Fehling 040/IV (IAL, 2008).

Caracterização microbiológica da farinha de inseto.

As determinações microbiológicas da farinha de inseto quantificarão *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Salmonella sp*, bolores e leveduras, contagem padrão em placas, coliformes a 45 e 35 °C aplicando as mesmas técnicas de Ferreira Neto et. al., (2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se os valores dos parâmetros obtidos para os modelos matemáticos que apresentaram ajustes para as três temperaturas estudadas: Newton,

Wang & Sing e Henderson & Pabis modificado.

Tabela 2 – Constantes dos modelos, coeficientes de determinação (R^2), Desvios Quadrático Médio (DQM) e Qui-quadrados (X^2) dos modelos matemáticos ajustados aos dados das larvas dos *Tenébrios molitor* nas temperaturas de 60, 50 e 40 °C.

Modelos	Constantes	60°C	50°C	40°C
	k	0,004041	0,002349	0,000889
	R^2	94,21%	92,46%	86,16%
Newton (Ayensu, 1997)	DMQ	0,081032	0,080906	0,098412
	X^2	0,000638	0,000579	0,000464
	a	-0,002839	-0,001344	-0,000353
	b	0,000002	0,000000	0,000000
Wang & Singh (1978)	R^2	98,70%	99,60%	99,70%
	DMQ	0,051212	0,018881	0,012527
	X^2	0,00029	3,37E-05	8,98E-06
	a	0,367444	0,369802	0,368864
	k	0,004590	0,002757	0,000985
	b	0,367444	0,369802	0,368865
Modified Henderson & Pabis (1961)	k0	0,004523	0,002749	0,000998
	c	0,367444	0,369816	0,368865
	k1	0,004519	0,002566	0,001002
	R^2	96,08%	94,20%	88,8%
	DMQ	0,197876	0,213884	0,22097
	X^2	0,006799	0,005186	0,002379

Verifica-se que o modelo de Wang & Sing apresentou os melhores coeficientes de determinação, maiores do que 98% para as temperaturas avaliadas e menores desvios quadráticos médios e qui- quadrados. De acordo com Araújo *et al.* (2017), valores de R^2 superiores a 0,98 indicam que os modelos matemáticos representam de maneira satisfatória o

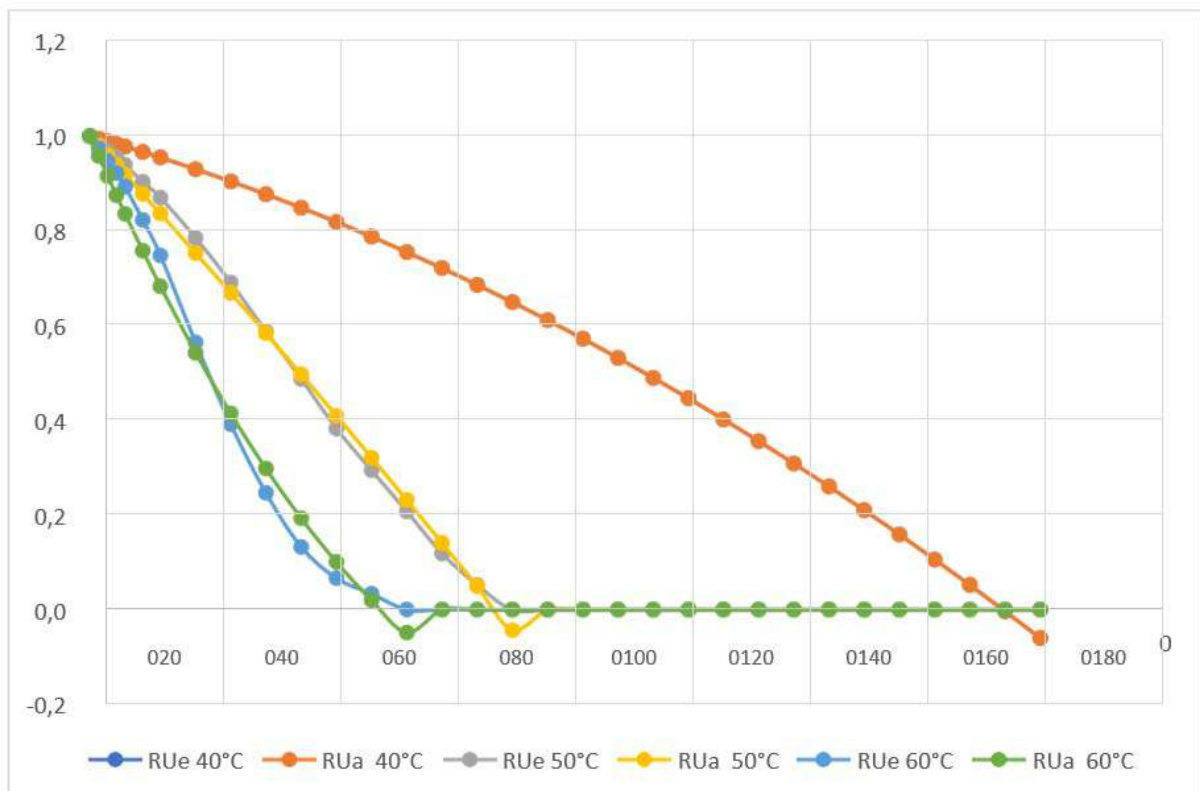
comportamento de secagem. Sendo assim pode-se afirmar que o modelo de Wang & Sing apresenta uma qualidade de ajuste adequada na descrição da cinética das larvas de

Zophobas morio.

SOUSA *et al.* (2021) verificaram também que, para todos os modelos e condições de secagem do mesocarpo de jaca, o modelo Wang & Singh foi o que obteve os melhores coeficientes de determinação variando de 0,9969 a 0,9993 e os menores desvios quadráticos médios e qui-quadrados, apresentando um melhor ajuste dos dados da curva em relação aos outros modelos experimentais. Esse mesmo modelo também foi ajustado de forma eficiente por Oliveira *et al.* (2018) na secagem do mesocarpo dos frutos de baru (*Dipteryx alata* Vogel) nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C.

Portanto, a partir da análise dos parâmetros estatísticos apresentados na Tabela 2, escolheu-se o modelo Wang & Singh para representar o fenômeno de secagem das larvas de *Zophobas morio* devido apresentar os melhores parâmetros estatísticos, Silva *et al.*, (2022), Gumz, (2021), Souza *et al.*, (2021) e Alves *et al.*, (2018) indicaram o mesmo modelo para representar a curva de secagem da beringela, folhas de Malva, resíduos de jaca e resíduos de abacaxi, respectivamente.

Gráfico 1- Razão de umidade experimental (RU_e) X razão de umidade de ajuste do modelo de Wang & Singh (RU_a) em função do tempo.



O parâmetro a representado pelo modelo de Wang & Sing, mostra a redução com o aumento de temperatura, conforme apresentado no Gráfico 1, relacionado com o aumento da remoção de água, ou seja, a perda de umidade tornou-se mais rápida em temperaturas mais altas, mostrando uma dependência da velocidade de secagem com a temperatura do ar.

Percebe-se através da Tabela 3 que a farinha de inseto apresentou elevada carga microbiana, entretanto não é possível afirmar que o produto seja impróprio para o uso como alimento já que não na legislação atual que trata do padrão microbiológico de alimentos esse ingrediente ainda não está presente. Comparar o resultado dessas análises com aqueles esperados para farinhas (vegetais) também não é o mais adequado por se tratar de um matéria-prima de origem animal. Outra peculiaridade dessa potencial matéria-prima alimentar é que os insetos são cultivados sobre superfície onde eles depositam seus próprios excrementos o que justifica essa elevada quantidade de coliformes, *E. coli* e enterobactérias. Enquanto não houver previsão microbiológica em normativa oficial governamental para o limite de microrganismos em insetos que serão destinados a geração de alimentos o mais adequado é caracterizar o alimento final produzido com os insetos do ponto de vista de qualidade microbiológica, aplicando-se, por exemplo, os padrões microbiológicos definidos na Instrução Normativa 60, de 23 de dezembro de 2019, proferida pela ANVISA.

Tabela 3 – Resultado da avaliação microbiológica da farinha de tenébrio (*Zophobas morio*)

(continua)

Microrganismo	Repetição			Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação (%)
	1	2	3			
Coliformes a 35°C*	6,041	6,041	6,041	6,041	0	0
<i>E. coli</i>*	4,041	4,041	3,38	3,82	0,381	9,99
Enterobactérias**	6,361	6,432	6,230	6,351	0,116	1,831
Bactérias mesófilas totais**	7,755	8,383	8,184	8,108	0,320	3,957
<i>Staphylococcus aureus</i>**	7,707	7,851	7,812	7,790	0,074	0,955
<i>Bacillus cereus</i>**	7,770	7,740	7,755	7,755	0,015	0,196

Tabela 3 – Resultado da avaliação microbiológica da farinha de tenébrio (*Zophobas morio*) (conclusão)

Microrganismo	Repetição			Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação (%)
	1	2	3			
Bolores e leveduras**	<1	<1	<1			
<i>Salmonella sp</i>***	Ausente	Ausente	Ausente			

* Log NMP/g. ** Log UFC/g. *** Pesquisa ausência/presença

Na tabela 4, se encontram os resultados encontrados para as análises em que o inseto totalmente desidratado foi submetido. Podemos destacar a quantidade de lipídeos e proteínas presente no inseto, que são valores bastantes significativos de 31,05 e 36,59%, respectivamente. Os valores de carboidratos ficaram na média dos 24,58%, a umidade apresentou o valor de 6,15% e o conteúdo mineral representou uma fração de 1,63%.

Tabela 4 – Composição centesimal da farinha do tenébrio gigante (*Zophobas morio*)

Parâmetros	Percentual
Umidade	6,15
Cinzas	1,63
Lipídeos	31,05
Proteínas	36,59
Carboidratos	24,58

Os valores de proteínas são os mais altos quando se analisa os insetos. Em estudos como de Vilella (2018), foi encontrado um valor proteico de 52,8%, já na pesquisa de Pedroso (2022), o resultado do teor de proteína encontrado no tenébrio foi de 50,63%. Valores aproximados também foram encontrados por Moyses (2021) e Castro (2021), onde se obteve 45,3% e 33,82% de proteína, respectivamente no inseto. De acordo com a legislação brasileira (Brasil, 2012), o limite para a declaração no rótulo de alimentos para “fonte de proteínas” é de 6 g por 100 g do produto final, enquanto para “alto conteúdo de proteínas” é de 12 g por 100 g. Com isso, o inseto avaliado pode ser classificado como “alto conteúdo de proteínas” e ser utilizado como fonte deste nutriente.

No estudo da composição centesimal da farinha do tenébrio comum feito por Castro (2021), foi encontrado o valor de 34,18% para o teor lipídico. Já no estudo de Vilella (2018), foi encontrado o valor de 36,1. Equiparando esses resultados com os resultados obtidos nesse trabalho, pode-se dizer que os valores de extrato estéreo se encontram em conformidade com os presentes na literatura.

Quando se referimos a umidade, no estudo realizado por Moyses (2021), foi encontrado um valor de 7,8% de umidade na farinha do inseto em base seca. Já em sua pesquisa Castro (2021), encontrou um valor de 12,23% de umidade um valor superior ao encontrado nesse estudo, deve-se isso ao processo de secagem ao qual o inseto é submetido e consequente eficiência.

Nas amostras avaliadas por Bisconsin-Junior (2018), os teores de cinzas obtidos foram de 0,61 a 1,38g, nesse estudo foi avaliado a composição centesimal de larvas de *Tenebrio molitor*, *Zophobas morio* e *Gryllus assimilis*, em específico para o tenébrio o valor de cinzas encontrado foi de 1,10, esse teor de minerais varia, principalmente com a alimentação utilizada durante a criação dos insetos. De acordo com Rumpold & Schlüter (2013), a ingestão de 100 g de insetos tem o potencial de satisfazer a ingestão diária recomendada de certos minerais, como cobre, ferro, magnésio, manganês, fósforo, selênio e zinco.

Os insetos possuem baixo teor de carboidratos entre 1 a 6 g/100g (BISCONSIN-JUNIOR, 2018). O valor encontrado neste trabalho foi de 24,58%, isso se deu devido a não inclusão da análise de fibra, pois, grande parte deste valor se deve a essas substâncias que pertencem ao grupo de carboidratos.

CONCLUSÃO

Verificou-se que na secagem em estufa das larvas de Tenébrio que houve influência das diferentes temperaturas sobre as curvas de secagem, comprovando a dependência da velocidade da secagem com a temperatura do ar, uma vez que, o aumento da temperatura ocasionou uma maior taxa de remoção de água nos resíduos. O modelo Wang & Singh foi o mais indicado para representar o fenômeno de secagem em estufa nas diferentes condições de temperaturas estudadas. A farinha de inseto produzida

apresentou uma elevada carga microbiana que deve ser melhor estudada para fins de evitar contaminação de alimentos. As análises físico-químicas mostraram uma elevada qualidade nutricional do inseto na forma de farinha pelo seu alto conteúdo de proteínas e lipídios.

REFERÊNCIAS

- ALVES, S. J. F.; SILVA, M. O.; ALMEIDA, F. L. C.; DANTAS, C. O. D.; FREIRE, K.R. L. Estudo da cinética de secagem do resíduo bagaço de malte e do resíduo de abacaxi. IV Encontro Nacional da Agroindústria, 2018.
- ARAUJO, W. D., GONELI, A. L. D., CORRÊA, P. C., HARTMANN FILHO, C. P., & MARTINS, E. A. S. Mathematical modelling of thin-layer drying in peanut fruit. *Revista Ciência Agronômica*, 48(3), 448-457. 10.5935/1806-6690.20170052, 2017.
- BUZZI, 2013 Vandecasteele, C. & Block, C. B., 1993. *Modern Methods For Tracce Elements Dertermination*. Chichester: Wiley.
- DUARTE, Samara Muniz et al. ENTOMOFAGIA: UMA OPÇÃO SUSTENTÁVEL. *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente*, v. 13, n. edespmulti, 2022.
- FEITOSA, B. F.; OLIVEIRA, E. N. A.; OLIVEIRA NETO, J. O.; OLIVEIRA, D. B.; FEITOSA, R. M. Cinética de secagem dos resíduos da agroindústria processadora de polpa de frutas. *Energia na Agricultura, Botucatu*, v. 34, n. 1, p. 134-141, janeiro-março, 2019.
- FERREIRA NETO, C.; NASCIMENTO, E.M.; FIGUEIREDO, R. M.; QUEIROZ, A.J. M. Microbiologia de farinhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) durante o armazenamento.
- GUMZ, P. P. S. M. Modelagem matemática e determinação do coeficiente difusivo do processo de secagem de folhas de Malva Sylvestris L. Trabalho de Conclusão de Curso de graduação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021.
- IAL - Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020p.
- LOOY, H.; DUNKEL, F.V.; WOOD, J.R. How then shall eat? Insect-eating attitudes and sustainable foodways. *Agricultural Human Values*. [S.I.]: 2013 Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/257511145_How_then_shall_we_eat_Insect-eating_attitudes_and_sustainable_foodways> Acesso em: 7 set. 2018.
- LOPES, R. B.; DEMIATE, I. M. Avaliação granulométrica de frações constituintes de farinhas de trigo tipo 1 obtidas da moagem industrial de cultivares disponíveis no mercado brasileiro. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*. v. 9, n. 1: p. 1786.
- OLIVEIRA, P. M., OLIVEIRA, D. E. C., RESENDE, O., & SILVA, D. V. Study of the drying of mesocarp of baru (*Dipteryx alata* Vogel) fruits. *Revista Brasileira de Engenharia*

Agrícola e Ambiental, 22(12), 872-877. 10.1590/1807-1929/agriambi.v22n12p872-877, 2018.

SANTOS, F. S.; LEITE, D. D. F.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. & QUEIROZ, A. J. M. Modelagem matemática da cinética de secagem da romã. *Revista Espacios*, v. 38, n. 52, p. 27-37, 2017.

SANTOS, D. C.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M.; OLIVEIRA, E N. A. Cinética de secagem de farinha de grãos residuais de urucum. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.*, Campina Grande. v. 17, n. 2, p. 223-231, fev. 2013.

SILVA, J. R. B.; SANTANA, R. A. C.; DANTAS, D. L.; SOUSA, A. P. M.; MALAQUIAS, A. B.; ALBUQUERQUE, T. N.; SILVA, G. B.; SANTOS, A. X. Cinética de secagem da beringela (*Solanum Melongena L.*) em estufa. *Research, Society and Development*, v. 11, n.4, 2022

SOUZA, M. A. P. M.; GOMES, A. R. N.; COSTA, J. D.; MACEDO, A. D. B.;

SANTANA, R. A. C. Cinética de secagem de resíduos de jaca (*Artocarpus heterophyllus Lam.*). *Research, Society and Development*, v. 10, n.2, 2021.

VERNEAU, F.; AMATO, M.; GRUNERT, K. Understanding Westerners' disgust for the eating of insects: The role of food neophobia and implicit associations. *Food Quality and Preference*, v. 64, p. 120-125, 2018.

VIEIRA, CLAUDINEI DE FREITAS. Insetos na alimentação: desmistificando e recriando concepções na escola. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

YEN, Alan L. Edible insects: Traditional knowledge or Western phobia? *Entomological Research*, Australia, 2009. v. 39, p. 289-298.

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE DAS DEMENTES DE MUNGUBA (*Pachira aquática* Aubl.) e JACA (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) PARA COELHOS EM CRESCIMENTO

Kelly Vitória Lima Silva Ferreira¹, Mirian Lima da Silva², Jorge Luiz Santos de Almeida², Wilson A. Silva², Leonardo Augusto Fonseca Pascoal³

RESUMO

As sementes de munguba e a jaca apresentam-se como alternativas alimentares para coelhos em crescimento, visto suas características nutricionais. Objetivou-se determinar a composição nutricional e os coeficientes de digestibilidade das sementes de munguba e Jaca para coelhos em crescimento. Para realização do experimento foram utilizados 30 coelhos da raça Nova Zelândia Branca com aproximadamente 55 dias de idade. O delineamento foi inteiramente casualizado com três tratamentos e 10 repetições. Utilizou-se o método de coleta total de fezes, com inclusão 30% do ingrediente teste na ração referência. A ração com adição do farelo da semente de jaca obteve melhores coeficientes de digestibilidades, quando comparados pelo farelo de sementes de munguba. Conclui-se que as sementes de jaca e munguba possuem potencial nutritivo, contudo a viabilidade para o uso em dieta animal deve ainda ser averiguada, em relação a presença de fatores antinutricionais destes alimentos e sua influência na digestibilidade dos nutrientes.

Palavras-chave: alimentos alternativos. cunicultura. digestibilidade. nutrição.

¹ [E-mail: k96862071@gmail.com](mailto:k96862071@gmail.com)

² [E-mail: mirianlimaagro@gmail.com](mailto:mirianlimaagro@gmail.com); luizjorgealmeida@gmail.com; wilson.silva@arapiraca.ufal.br

³ E-mail: leonardo@cchsa.ufpb.br, Coeficientes de Digestibilidade das Sementes de Munguba (*Pachira aquática* Aubl.) e Jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) Para Coelhos em Crescimento/ Avaliação Nutricional das Sementes de Munguba (*Pachira aquática* Aubl.) e Jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) para coelhos em crescimento, e-mail e telefone da instituição de vínculo da bolsa.

INTRODUÇÃO

A produção de coelhos, chegou ao Brasil em meados do século XX com a finalidade de produzir lã e láparos (coelhos recém-nascidos) de até três dias de idade para serem utilizados como meio de cultura *in vivo* nos testes de vacina contra a febre aftosa (MACHADO; FERREIRA, 2010). Porém observou-se que devido as características dos animais como: facilidade de criação, prolificidade, aproveitamento de alimentos fibrosos e características nutricionais da carne, o potencial da criação (DALLE ZOTTE, 2002; PASCOAL, 2009).

A cunicultura é uma atividade explorada de diversas formas, possibilitando alta rentabilidade para o produtor (comercialização do animal vivo, da carne, da pele, das patas e do rabo do coelho). Com baixo desperdício de ração, com manejo, alojamento e alimentação bastante simplificados (ALMEIDA; SACCO, 2012). O número de granjas de coelho é reduzido no Brasil, mesmo essa atividade podendo ser desenvolvida em propriedades pequenas, fazendo com que a alimentação da população local melhore devido a sua capacidade de produzir carne de ótima qualidade (Souza et al., 2011).

A carne de coelho é muito indicada por suas propriedades nutritivas e dietéticas (DALLE ZOTTE, 2002). Quando ela é comparada a outros tipos de carne, de espécies não-ruminantes e de grande importância econômica, como aves e suínos, a carne de coelho é considerada mais rica em proteínas, vitaminas e minerais, além de possuir baixo teor de gordura (LEBAS,1999).

Segundo os dados do IBGE (2009) os estados brasileiros que mais produziram carne de coelho em 2008 foram Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, apresentando cada um, respectivamente, 38,9%, 16,1% e 16%, totalizando 71% de toda a produção brasileira (236,186 toneladas).

Um dos maiores entraves da cunicultura está nos custos com alimentação, podendo chegar a 70% dos custos de produção, visto que se recomenda que a ração seja peletizada e pela dependência do binômio milho e soja em suas formulações onerando os custos com alimentação (PASCOAL, 2009).

Algumas pesquisas têm buscado alternativas alimentares para coelhos em crescimento e algumas com resultados satisfatórios, porém devido à escassez de alguns

alimentos, os tornam inviáveis de serem utilizados em dietas para coelhos (BRITO et al. 2013; MARIA et al. 2013).

Neste sentido torna-se pertinente o estudo de alimentos que possam ser utilizados nas dietas de coelhos para que possam substituir alimentos usuais em situações de altas de preços e disponibilidade.

A determinação dos valores nutricionais das sementes de munguba e jaca para coelhos torna-se pertinente devido às particularidades dos coelhos em relação a serem animais de ceco funcional e realizarem a cecotrofia aproveitando melhor os nutrientes e as frações fibrosas dos ingredientes (DE BLAS E WISEMAN, 2010).

Neste sentido, objetivou-se avaliar os valores nutricionais e de energia e os coeficientes de digestibilidade e valores de energia digestíveis das sementes de Munguba e Jaca para coelhos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Uma das grandes preocupações dos pesquisadores na área de nutrição animal é garantir bom desenvolvimento dos animais de forma eficiente, atendendo aspectos nutricionais e conseqüentemente, aspectos produtivos e de bem estar animal. A nutrição é uma das ferramentas para garantir o bom desenvolvimento dos animais, e com os coelhos não seria diferente, visto que dependendo da finalidade de produção necessita receber aporte nutricional, para que atenda as suas necessidades nutricionais (LEBAS, 1999).

Para tanto é necessário compor uma dieta que atenda essas necessidades nutricionais, para tanto é necessário escolha de ingredientes que possam fornecer os nutrientes necessários para atender as exigências nutricionais dos coelhos nas diversas fases produtivas (PASCOAL, 2009). Ingredientes usuais como milho, soja, trigo e seus subprodutos são comumente utilizados nas dietas dos animais de produção, e na maioria das vezes devido aspectos econômicos seus preços os tornam inviáveis para uso em dietas dos coelhos, causando oneração dos custos de produção (BRITO et al. 2013, PARREIRA FILHO, 2020).

Desta forma vários estudos são realizados para viabilizar alternativas alimentares para compor as dietas de coelhos, visando redução de custos e busca de potenciais substitutos em situações de alta de preços ou escassez dos ingredientes usuais, para tanto é necessário ver o valor nutricional e a digestibilidade dos nutrientes para coelhos, visto que existem diversos fatores que podem comprometer a utilização de determinado alimento de acordo com a espécie (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

A busca de novos alimentos e seus potenciais nutricionais e funcionais para coelhos é contínua, principalmente no tocante a resíduos agroindustriais e de seus beneficiamentos deve ser estimulado, por se tratar de fontes ricas em nutrientes e compostos bioativos que podem promover melhorias nos aspectos produtivos e qualitativos da carne (PARREIRA FILHO, 2020)

A munguba (*Pachira aquática* Aubl.) é utilizada como árvore ornamental e suas castanhas são consumidas cruas ou torradas. O interesse no seu estudo baseia-se no fato de apresentar elevado teor de óleo com propriedades promissoras para o desenvolvimento de produtos dos mais diversos setores industriais (RAISER et al. 2018). De acordo com Li et al., (2009) as sementes de Mungunba que são ricas em ácidos graxos (palmítico, oleico e linoleico) e proteínas.

Neste contexto Lago et al., (1987) avaliaram a *Pachira aquatica* Aubl., constataram que suas amêndoas apresentaram 15,1% de proteínas, 40,8 % de carboidratos totais e 44,1% de óleo, sendo o ácido palmítico o seu principal componente. Oliveira et al., (2000), analisando as propriedades nutricionais, verificaram a presença de lectina e de inibidores de tripsina nas sementes. Não existem relatos sobre o uso da semente de Munguba na alimentação de coelhos e neste sentido torna-se pertinente sua avaliação.

O fruto da jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) é muito popular nas regiões tropicais do mundo e, um volume expressivo de subprodutos como cascas e sementes estão disponíveis como resíduos da agroindústria. Dos subprodutos, as sementes da jaqueira (15 a 25% do fruto), podem ser utilizados na alimentação humana e animal (Silva et al. 2007). Segundo Morton (1987), as sementes frescas de jaca contém 52 a 58% de umidade; 6,6% de proteína; 0,4% de gordura; 38,4% de carboidratos; 1,5% de fibra; 1,2 a 1,5% de cinzas. Freire et al. (2002) determinou o valor de energia metabolizável da semente de jaca para pintinhos e obteve o valor de 1600 kcal/kg. São escassos estudos com a semente de jaca na alimentação animal.

A determinação dos valores nutricionais das sementes de Munguba e Jaca para coelhos torna-se pertinente devido as particularidades dos coelhos em relação a serem animais de ceco funcional e realizaram a cecotrofia aproveitando melhor os nutrientes e fibra dos ingredientes (DE BLAS; WISEMAM, 2010).

METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Laboratório de Cunicultura do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias/UFPB, para determinar o valor nutricional dos farelos das sementes de munguba (*Pachira aquatica* Aubl.) e jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) para coelhos em crescimento. O protocolo experimental da pesquisa foi submetido e aprovado à Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal da Paraíba (CEUA-UFPB- N° 8479020621).

Para tanto foi realizado experimento para determinar o valor nutricional das sementes da Munguba (*Pachira Aquatica* Aubl.) e Jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) para coelhos em crescimento. Os frutos de Munguba e Jaca foram coletados na mata do Campus III, onde existem exemplares das espécies, e em outras propriedades circunvizinhas. Foram coletados os frutos fechados, os quais foram processados para divisão em casca e sementes, foram triturados e secos em estufa de ventilação forçada a 55 °C até secagem definitiva. Após secagem foram moídos em moinho tipo Willye para posterior inclusão nas dietas experimentais.

No ensaio de digestibilidade foram utilizados 30 coelhos, machos e fêmeas, com 55 dias de idade, e aproximadamente $1,2 \pm 0,18$ kg de peso vivo da raça Nova Zelândia branca, alojados individualmente em gaiolas de metabolismo, providos de bebedouro tipo nipple e comedouro de cerâmica com telas para coleta de fezes. O delineamento foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e 10 repetições, sendo um animal por unidade experimental, os tratamentos foram os seguintes:

- RR – Ração Referência;
- RRM - 70% RR + 30% da semente da Munguba;
- RRJ – 70% RR + 30% da semente de Jaca.

A ração referência (Tabela 1) foi formulada com intuito de atender as exigências nutricionais mínimas para coelhos em crescimento conforme descrito por De Blas e Wiseman (2010). O experimento teve a duração de 13 dias, dos quais seis foram para adaptação dos animais às instalações e rações, e sete dias para coleta total de fezes.

Tabela 1: Composição de ingredientes da ração de referência utilizada no ensaio de digestibilidade

Ingredientes	%
Milho grão	29,56
Trigo farelo	22,46
Soja farelo 45%	19,10
Lignocelulose ¹	12,65
Feno de tifton 85	10,00
Óleo de soja	3,60
Fosfato bicalcico	0,91
Calcário	0,61
Sal comum	0,50
Suplemento mineral e vitamínico ²	0,50
L-Treonina	0,11
DL-Metionina	0,04
Total	100,00

¹Arbocel® - Lignocelulose -níveis de garantia (mínimos) os seguintes: FDA - 700g/kg; Fibra bruta - 650g/kg e Umidade 120g/kg. ²Suplemento mineral e vitamínico: Vit A, 600.000 UI; Vit D, 100.000 UI; Vit E, 8000 mg; Vit K3, 200 mg; Vit B1, 400 mg; Vit B2, 600 mg; Vit B6, 200 mg; Vit B12, 2000 mcg; Ac. pantotênico, 2000 mg; Colina, 70.000 mg; Fe, 8000 mg; Cu, 1200 mg; Co, 200 mg; Mn, 8600 mg; Zn, 12.000 mg; I, 64 mg; Se, 16 mg; Antioxidante 20.000 mg.

Durante o ensaio de digestibilidade as fezes foram coletadas diariamente, pela manhã, e acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em congelador a -18°C. Durante todo o experimento, os animais destinados ao ensaio de digestibilidade foram alimentados à vontade e tiveram livre acesso à água. No final do período da coleta, as amostras foram homogeneizadas e reunidas em amostras compostas por parcela, pesadas

e colocadas em estufa de ventilação forçada a 55°C por um período de 72 horas, para pré-secagem, sendo posteriormente pesadas, moídas em moinho tipo Willye, dotado de peneira de 2,00 mm e homogeneizadas, retirando-se as amostras do material seco para análises.

As amostras de ração foram moídas seguindo os mesmos procedimentos adotados para as fezes. As amostras das rações, ingredientes e fezes foram analisadas para matéria seca (MS) com a secagem do material por 12 horas em estufa a 105°C; proteína bruta (PB) pelo método Kjeldahl; Matéria mineral (MM), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com Silva e Queiroz (2002). Os valores de energia bruta das rações, ingredientes e das fezes foram determinados por meio de calorímetro adiabático (Parr Instrument Co. AC720). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal - LANA, Laboratório do Programa de Pós- Graduação em Tecnologia Agroalimentar - PPGTA pertencente ao Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias/UFPB, Campus de Bananeiras-PB, e o Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal - LAANA situado no Centro de Ciências Agrárias/UFPB, Campus de Areia-PB.

Foram calculados os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes (CD) e energia bruta (CDEB) das dietas experimentais. Os coeficientes de digestibilidade aparente (%CD) foram calculados de acordo com a fórmula: $\%CD = (\text{ingerido, g} - \text{excretado, g}) / \text{ingerido, g} \times 100$. De posse dos coeficientes de digestibilidade foram calculados os valores de nutrientes, e energia digestíveis das sementes de jaca e munguba, conforme descrito por Sakomura e Rostagno (2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores nutricionais e energéticos das sementes de jaca e munguba estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Nutrientes e energia das sementes de jaca e munguba utilizadas nas dietas experimentais

Nutrientes e energia	Sementes	
	Jaca	Munguba
Matéria Seca, %	72,41	74,56
Matéria Orgânica, %	97,40	95,94
Matéria Mineral, %	2,60	4,06
Proteína Bruta, %	25,74	26,66
Fibra em detergente neutro, %	74,31	66,43
Fibra em detergente ácido, %	9,70	44,11
Hemicelulose, %	64,61	22,32
Energia Bruta, Kcal/kg	4285,94	6451,79

Verificou-se que o farelo das sementes de jaca apresentou 72,41% de matéria seca, na qual observou-se teores de 97,40% de matéria orgânica e 2,60% de matéria mineral, valores que se encontram de acordo com a literatura consultada, de 96,81 a 98,7% para matéria orgânica e 1,30 a 3,19% para matéria mineral (AZEEZ et al., 2015; EKE-EJIOFOR et al., 2014; SREELETHA et al., 2017; SULTANA et al., 2017; ZUWARIAH et al., 2018, SY MOHAMAD et al., 2019).

A proteína bruta representou 25,74% da composição do farelo de semente de jaca no presente estudo. Este valor foi superior aos encontrados na literatura para a espécie *Artocarpus heterophyllus* (8,24 a 16,01%) (AZEEZ et al., 2015; EKE-EJIOFOR et al., 2014; SREELETHA et al., 2017; SULTANA et al., 2017; ZUWARIAH et al., 2018; SY MOHAMAD et al., 2019).

Para os valores de fibra bruta, o farelo de semente de jaca apresentam teores inferiores aos das sementes de munguba, variando de 3,0% (SY MOHAMAD et al., 2019) a 5,70% (AZEEZ et al., 2015), colaborando menos com a fibra bruta exigida para atender as necessidades desse nutriente para os coelhos. Em termos de frações fibrosas, encontramos em nossa pesquisa valores de 74,31% para fibra em detergente neutro, 9,70% para fibra em detergente ácido e 64,61% para hemicelulose.

Os valores de energia bruta para o farelo de semente de jaca foi de 4285,94 kcal/kg, semelhante ao descrito por Zuwariah et al. (2018), que encontraram 4295,00 kcal/kg. Porém, superior aos relatados por Sreeketha et al. (2017) e Sy Mohamad et al. (2019), 2060,00 e 3449,90 kcal/kg, respectivamente. O menor teor energético em comparação com as sementes de munguba pode ser explicado pelo teor lipídico que é bastante inferior aos do farelo de semente de jaca, com variação de 0,40 a 1,17% (AZEEZ et al., 2015; SREELETHA et al., 2017).

Essas diferenças na composição nutricional podem ser devido ao efeito de diferentes cultivares, diferentes estágios de maturação e outros fatores que influenciam o ambiente de cultivo da jaca na área de plantio, como o solo, o clima e a prática agrícola (MADRIGAL-ALDANA et al., 2011).

Pesquisas anteriores com o farelo de semente de munguba relataram que a mesma apresenta em média 95,49% de matéria seca, se apresentando como boa fonte de lipídios (38,39– 53,90%), proteína (11,74–16,90%), carboidratos (25,83–41,60%), cinzas (3,70–7,49%), fibra bruta (12,38–17,75%) e energia bruta (5290 a 5600 kcal/kg) (JORGE;LUZIA, 2012; LOPES et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2000; SILVA et al., 2015). Em outro estudo, conduzido por Becker et al. (2018) estes relataram valores mais baixos: 18,67% para lipídeos, 2,44% para proteína bruta e 7,17% para carboidratos.

No estudo em tela, o valor para matéria seca foi menor (74,56%) do que os achados da literatura, enquanto matéria orgânica e matéria mineral estão de acordo com outras pesquisas, 95,94% e 4,06%, respectivamente. A proteína bruta foi superior (26,66%) em comparação aos estudos citados anteriormente, mas corrobora Silva et al. (2010), que encontraram o valor de 28,27%. Rodrigues e Maria-Pastore (2021) apresentam dados de fibra bruta que variam de 12,38% a 17,75%. Os teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido encontrados indicam que a munguba tem potencial como alimento fibroso para coelhos, por serem animais não ruminantes de ceco funcional e que têm um aproveitamento dessas frações dietéticas.

O valor de energia bruta (6451,79 kcal/kg) foi superior quando comparado a outros estudos citados. Isto pode estar relacionado ao teor lipídico da semente da munguba, que geralmente é alto, o que explica o elevado teor energético encontrado. Assim como relatado para as sementes de jaca, tais diferenças na composição nutricional das sementes de munguba entre as pesquisas são influenciadas por uma variedade de fatores, como

condições climáticas, localização geográfica e tipo de solo (RODRIGUES; MARIA-PASTORE, 2021).

Os valores correspondentes aos coeficientes de digestibilidade e energia das sementes de jaca e munguba estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Coeficientes de digestibilidade e energia das sementes de jaca e munguba para coelhos em crescimento

Nutrientes e energia	<u>Sementes</u>	
	Jaca	Munguba
Matéria Seca, %	95,15	89,83
Matéria Orgânica, %	92,81	62,06
Matéria Mineral, %	77,34	60,78
Proteína Bruta, %	81,25	89,07
Fibra em detergente neutro, %	29,43	42,48
Fibra em detergente ácido, %	47,87	20,09
Energia Bruta, %	81,52	39,77

Os valores para os coeficientes de digestibilidade de nutrientes de dieta padrão (milho, farelo de soja, farelo de trigo, feno de tifton e suplementos aminoácidos, minerais e vitamínicos) para coelhos em crescimento é em torno de 56-70% para matéria seca, 69-79% para proteína bruta, 59-70% para matéria orgânica, 21-25% para fibra em detergente neutro, 14,5% para fibra em detergente ácido e 56-64% para energia bruta (AL-SAGHEER et al., 2020; FARIA et al., 2008; MARIA et al., 2013; MICHELAN et al., 2002).

Observou-se que os valores do coeficiente de digestibilidade de matéria seca foram maiores nas dietas testes, contendo tanto para o farelo de semente de jaca quanto para o farelo de semente de munguba. Isso pode estar relacionado ao comportamento ingestivo dos animais, que apresentaram falta de apetite nas rações com inclusão dos alimentos alternativos e baixa produção de fezes, principalmente para os animais que receberam o farelo da semente de munguba, e a redução do consumo acaba promovendo mecanismos

de melhoria no aproveitamento de nutrientes visando atender as necessidades nutricionais dos animais (DE BLAS; WISEMAN, 2010).

O mesmo foi observado para o coeficiente de digestibilidade de proteína bruta, que apesar de ter sido acima de 80%, claramente não se converteu em ganho de peso para os animais, uma vez que os coelhos foram pesados no início e final do período experimental. Verificando-se que os animais da dieta referência ganharam em média 130,56 g de peso vivo. Em contrapartida, os animais que receberam as sementes de jaca e munguba tiveram perda de peso de 35,83 g e 247,5, respectivamente. Para os coeficientes de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido os valores estão situados acima dos valores encontrados na literatura.

No que diz respeito aos coeficientes de digestibilidade da energia bruta, os animais que receberam a ração referência mais 30% de farelo de semente de munguba apresentaram valor de 39,77%, indicando baixo aproveitamento energético deste alimento para coelhos. O metabolismo energético está intimamente ligado ao metabolismo dos nutrientes dietéticos, bem como as etapas de digestão e absorção (SWENSON; REECE, 2006). Uma vez que há um déficit energético a partir do não aproveitamento dos nutrientes que são disponibilizados durante a digestão, os animais demonstram reflexos negativos nos parâmetros produtivos, representado na nossa pesquisa pela diminuição no crescimento dos animais.

Alguns fatores antinutricionais podem estar presentes nas sementes da jaca e da munguba. Rodrigues e Maria-Pastore (2021) relataram um teor de tanino de 6,34 mg/g para o FSM. Sabe-se que os taninos são responsáveis por diminuir a digestibilidade das proteínas e carboidratos e conseqüentemente a absorção de nutrientes. Tornando-se necessário avaliar os compostos antinutricionais nestas sementes e se a quantidade desses compostos podem afetar a absorção de nutrientes. Pérez (2017) reporta a presença de taninos e outros compostos fenólicos em sementes cruas de jaca. Estudando a presença de inibidores de tripsina em sementes de jaca, Lyu et al. (2015) identificaram e isolaram estes compostos, caracterizando as sementes como ricas nestas substâncias protetoras contra pragas de insetos. Eke-Ejiofor et al. (2014) relatam que o processo de torra empregado tornou as proteínas das sementes de jaca mais biodisponíveis que pode ser um processo para inativar estes fatores.

Neste contexto Parreira Filho et al. (2020) testaram a inclusão de sorgo na dieta de coelhos em crescimento, com duas rações: uma com baixo tanino (até 0,5%) e outra com alto tanino (superior a 1,0%), observaram que rações com sorgo superior a 1% de tanino comprometeram o desempenho produtivo dos coelhos.

As sementes de munguba se apresentam como um alimento interessante do ponto de vista nutricional, mas o consumo de suas sementes cruas não é recomendado, devendo-se seguir um tratamento térmico adequado antes da sua ingestão (Rodrigues & Maria-Pastore, 2021).

Oliveira et al. (2000) mostraram que o farelo de semente de munguba crua possui maior teor de inibidor de tripsina (2,60 g/kg de farinha) quando comparada a outras sementes. Neste mesmo estudo, os autores alimentaram ratos com uma dieta de sementes de munguba crua, e observaram perda de apetite e que a maioria dos ratos morreu dentro de 6 a 8 dias. Os ratos sobreviventes tiveram perda de peso constante, desenvolveram pele calva e apresentaram aumento do estômago, fígado, pâncreas, rins, coração e pulmões, e atrofia do baço. Assim, os autores concluíram que as sementes cruas de munguba eram tóxicas para ratos em crescimento.

Diante do exposto observa-se que são necessárias novas abordagens para uso destas sementes, inclusive avaliando de fato os principais fatores antinutricionais existentes nas mesmas, e seus efeitos sobre o aproveitamento dos nutrientes para coelhos, porém isto não implica em dizer que as sementes de munguba e jaca não tenham potencial de uso nas dietas de coelhos, sendo possível o uso, visto que apresentam valores nutricionais interessantes para a espécie.

CONCLUSÃO

Conclui-se que as sementes de jaca e de munguba possuem bom potencial nutritivo, porém a viabilidade para o uso em dieta de coelhos deve ser melhor averiguada, principalmente, em relação a presença de fatores antinutricionais destes alimentos e sua influência na digestibilidade dos nutrientes.

PERSPECTIVAS

A pesquisa realizada mostrou que os alimentos estudados apresentam resultados interessantes e que as sementes de jaca e munguba possuem alto potencial para serem utilizados como alimentos alternativos nas dietas dos coelhos.

Tendo-os como alternativas para o mercado de produção de rações que visam redução dos custos e estes alimentos serem subprodutos agroindustriais podem ser alimentos por apresentarem altos teores fibra e energia que podem contribuir na nutrição de coelhos.

O estudo com uso de alimentos alternativos devem ser sempre motivados, visto que temos que reduzir o uso de ingredientes que são interesse para alimentação humana (milho e soja) e com este estudo foi obtido os valores dos coeficientes de digestibilidade das sementes de jaca munguba que possibilitam o uso destes alimentos nas dietas de coelhos, porém são necessários estudos com uso de processos visando mitigar os fatores antinutricionais destes alimentos para que o uso de ambos não comprometam o desenvolvimento dos animais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. G; SACCO, S. R. Estudo da viabilidade técnica e econômica para implantação da cunicultura em pequena propriedade rural. Revista Perspectiva em Gestão, Educação e Tecnologia, v.1, n.1, 2012.

AL-SAGHEER, A.A. et al. Productive performance response of growing rabbits to dietary protein reduction and supplementation of pyridoxine, protease, and zinc. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 92, n.3, 2020.

AZEEZ, S.O. et al. Physico-chemical properties, amino acid profile and antinutritional factors in seeds of three Malaysian grown jackfruit cultivars. Journal of Food, Agriculture and Environment, n.13, v.2, p.5862, 2015.

ARRUDA, A.M.V.; LOPES, D.C.; FERREIRA, W.M. et al. Digestibilidade aparente dos nutrientes de rações contendo diferentes fontes de fibra e níveis de amido com coelhos em crescimento. Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, n.3, p.1166-1175, 2002.

BECKER, M.M. et al. Mineral and bromatological assessment and determination of the antioxidant capacity and bioactive compounds in native. Amazon fruits. Braz. J. Food Technol. v.21, 2018.

- BLAS, C; WISEMAN, J. (Ed.). Nutrition of the Rabbit. CABI, 2010.
- BLASCO, A., OUHAYOUN, J., 1993. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. World Rabbit Sci. 1, 3-10.
- BRITO, M.S. et al . Estudo comparativo da proteína do feno de maniçoba em relação à proteína do feno de alfafa na ração de coelhos. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v. 65, n. 1, p. 267-274, 2013.
- CAMARGO, F. P.; CAMARGO FILHO, W. P. Desenvolvimento da cadeia produtiva do tomate industrial no Brasil: Antecedentes Históricos e Contribuições do Governo para a Organização. Disponível em: http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/estudos_lupa/ArtigoTomIndDesenvolvimento2011_2012.pdf. Acessado em: junh. 2022.
- DALLE ZOTTE, A. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. Livestock Production Science, v.75, n.1, p.11-32, 2002.
- DE BLAS, C; WISEMAN, J. (Ed.). Nutrition of the Rabbit. CABI, 2010.
- EKE-EJIOFOR, J., et al. The effect of processing methods on the functional and compositional properties of jackfruit seed flour. International Journal of Nutrition and Food Sciences, v.3, n.3, p.166173, 2014
- FARIA. H.G. Efeito da utilização de dietas simplificadas, à base de forragem, sobre a digestibilidade e o desempenho de coelhos Nova Zelândia. R. Bras. Zootec., v.37, n.10, p.1797-1801, 2008.
- FERREIRA, A. C. H. et al. Avaliação nutricional do subproduto da agroindústria de abacaxi como aditivo de silagem de capim-elefante. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 38, n. 2, p. 223-229, 2009.
- FERREIRA, W. M.; SAAD, F.M.O.B; PEREIRA, R. A. N. Fundamentos da Nutrição de coelhos. Anais. In: CONGRESSO DE CUNICULTURA DAS AMÉRICAS. 2006.
- FREIRE, A. S.; SILVA, J. H. V.; SILVA, E. L.; JORDÃO FILHO, J.; RIBEIRO, M. L. G.; SILVA, M. B.; VASQUEZ, S. F.; OLIVEIRA, J. N. C. de. Valor energético da semente de jaqueira para frangos de corte. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPB, 3., 2002, João Pessoa. Anais... João Pessoa: UFPB, 2002. p. 22.
- GUERRA, N. Barbosa et al. Modificações do método gravimétrico não enzimático para determinar fibra alimentar solúvel e insolúvel em frutos. Revista de Nutrição, v. 17, n. 1, p. 45-52, 2004.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Pesquisa da Pecuária Municipal, 2008 – 2009.
- KLINGER, A. C. K. et al. Bagaço de uva como ingrediente alternativo no arraçamento de coelhos em crescimento. Ciência Rural, v. 43, n. 9, p. 1654-1659, 2013.
- LEBAS, F. Recomendações alimentares: alimentação dos coelhos. In: INRA - Alimentação dos animais monogástricos: suínos, coelhos e aves. 2.ed. São Paulo: Roca, 1999. p.76-84
- LI, Q.; DENG, M.; CHEN, J.; HENNY, R.J. Effects of Light Intensity and Paclobutrazol on Growth and Interior Performance of Pachira aquatica Aubl. HortScience, v. 44, nº. 5, p. 1291-1295, 2009.

- LYU, J. et al. Purification and characterization of a trypsin inhibitor from the seeds of *Artocarpus heterophyllus* Lam. *Acta Biochimica Et Biophysica Sinica*, [s.l.], v. 47, n. 5, p.376-382, 6 abr. 2015.
- MACHADO, L. C.; FERREIRA, W. M. A Cunicultura e o Desenvolvimento Sustentável. ACBC. Disponível em:<<http://www.acbc.org.br/cuniculturaedesenvolvementosustentavel.pdf>>. Acesso em: 20/04/2014, v. 22, 2013.
- MATTOS, L. Leal de; MARTINS, Ignez Salas. Dietary fiber consumption in an adult population. *Revista de Saúde Pública*, v. 34, n. 1, p. 50-55, 2000.
- OLIVEIRA, J. T. A.; VASCONCELOS, I. M.; BEZERRA, L. C. N. M.; SILVEIRA, S. B.; MONTEIRO, A. C. O.; MOREIRA, R. A. Composition and nutritional properties of seeds. *Pachira aquatica* Aubl, *Sterculia striata* St Hil et Naud and *Terminalia catappa* Linn. *Food Chemistry*, v. 70, p. 185-191, 2000.
- PASCOAL, L. A. F. Criações Alternativas (Cunicultura). In: Marcos Barros de Medeiros; Geralda Macedo. (Org.). *Cadernos de Licenciatura em Ciências Agrárias*. Editora Universitária UFPB: Bananeiras, 2011.
- PARREIRA FILHO, J.M.. Substituição do milho pelo sorgo sobre o desempenho zootécnico e na digestibilidade em coelhos. *Bras. Med. Vet. Zootec.*, Uberaba, Mg, v. 72, n. 3, p. 993-999, jun. 2020.
- PÉREZ, V. R. Q. Aprovechamiento integral de la jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) para elaborar productos alimenticios. 96 f. Tese (Doutorado) – Curso de Gastronomía, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, 2017.
- RAISER, A.L. et al. Caracterização físico-química do óleo de Munguba obtido por ultrassom. In: *Anais...Anais VII Simpósio da Amazônia Meridional em Ciências Ambientais: Resumos Expandidos I – Scientific Electronic Archives*. Vol 11: 2018, Special Edition.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Viçosa - Mg: Funep, 2016. 262 p.
- SILVA, J. H. V. et al. Efeitos da inclusão do farelo de sementes de jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) na ração sobre a produção, pigmentação da gema e umidade fecal em codornas. *Ciência e Agrotecnologia* [online]. 2007, v. 31, n. 2 [Acessado 1 junho 2021] , pp. 523-530. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000200037>>. Epub 11 Jun 2007. ISSN 1981-1829.
- SOUZA, C; SOUZA, J. C; FARIA, Ana Cristina. Métodos de atribuição de custos conjuntos aplicados à atividade de cunicultura: um estudo de caso. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, v. 9, n. 1, 2011.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS/STAT: User's guide. Version 6, 12. ed. Cary: SAS Institute Inc., 1998.
VIEIRA, M. I. A carne de coelho. *Rural News*, 2008. Disponível em: <<http://www.ruralnews.com.br/visualiza.php?id=479>>. Acesso em: 20/04/2014.<

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE KEFIR CAPRINO ADICIONADO DE GELEIA DE OITI (*Licania Tomentosa Benth*)

Laura Suênia Felipe dos Santos¹; Lucélia Santos da Silva²; José Evangelista Santos Ribeiro³; Isabelle de Lima Brito⁴; Amanda Marília da Silva Sant'Ana⁵

RESUMO

Este estudo objetivou elaborar kefir de leite caprino adicionado de geleia de oiti (*Licania tomentosa Benth*) (KO) e comparar com uma formulação controle (KN), sem adição da geleia. Avaliou-se a composição centesimal, acidez, pH, Capacidade de Retenção de Água (CRA), cor instrumental, textura instrumental, atividade antioxidante, contagem de bactérias lácticas, bolores, leveduras e coliformes termotolerantes. O KO apresentou menores teores de umidade, pH e CRA. KN foi mais claro e KO apresentou maior tendência à coloração vermelha e amarela. O KO teve maior firmeza e maior capacidade antioxidante. As amostras KN e KO apresentaram baixas contagens de coliformes termotolerantes, e contagens satisfatórias de bolores e leveduras e de bactérias lácticas, indicando boas condições higiênico-sanitárias. A elaboração de kefir caprino adicionado de geleia de oiti pode contribuir para valorização do leite de cabra e dos frutos de oiti, apresentando potencial comercial em função da sua composição química e propriedades nutricionais.

Palavras-chave: Kefir. Geleia de oiti. Leite Fermentado. Alimento funcional.

¹ laurasuenia58@gmail.com

² luceliiiasantos123@gmail.com

³ vange_ribeiro@hotmail.com

⁴ isa.limabrito@gmail.com

⁵ amanda.santana@academico.ufpb.br. Projeto PVO14509-2021 - Desenvolvimento e caracterização kefir caprino adicionado de geleia de oiti (*Licania tomentosa Benth*.)

APRESENTAÇÃO

O leite caprino vem sendo muito utilizado na produção de uma ampla variedade de produtos lácteos, tais como bebidas com baixo teor de gordura e fortificadas, alimentos fermentados como os queijos, iogurtes, produtos congelados e condensados, manteiga, e entre outros (VERRUCK et al., 2019). Além de ser um alimento nutricionalmente importante na dieta, por ser rico em sais minerais (cálcio, fósforo e potássio), vitaminas, carboidratos, gorduras e proteínas, o leite caprino se diferencia do leite bovino por apresentar uma menor quantidade da proteína α S1 caseína em sua composição e coloração mais branca, devido a conversão do β -caroteno em vitamina A (KALYANKAR et al., 2016). Além disso, o leite caprino se destaca por apresentar baixa alergenicidade, menor tamanho dos glóbulos de gordura e menor cadeia de ácidos graxos em sua composição, fornecendo uma melhora na digestibilidade quando comparado ao leite de vaca (CLARK; GARCIA, 2017).

Assim, dentre as principais aplicações industriais para o leite de cabra está o desenvolvimento de derivados fermentados, a citar como exemplo o kefir, que é um tipo de leite fermentado, uma bebida fermentada originária das montanhas do Cáucaso (GU et al., 2020). Segundo a Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007, leites fermentados são os produtos adicionados ou não de outras substâncias alimentícias, obtidos por coagulação e diminuição do pH do leite, ou reconstituído, adicionado ou não de outros produtos lácteos, por fermentação láctica mediante ação de cultivos de microrganismos específicos (BRASIL, 2007).

O “grão de kefir”, agente de fermentação do Kefir, é uma massa gelatinosa de estrutura de proteína e polissacarídeo, formado por uma grande variedade de microrganismos, especialmente bactérias lácticas, acéticas e leveduras, que formam um ecossistema microbiano natural e são responsáveis pela fermentação do leite (GUZEL-SEYDIM et al., 2011). Alguns autores destacam o potencial probiótico dos leites fermentados com grãos de kefir, devido à presença de alguns microrganismos, especialmente o *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium bifidum* (GUZEL-SEYDIM et al., 2011). Entre os benefícios de saúde associados ao kefir estão: propriedade antimicrobiana, ação antioxidante (UCHIDA et al., 2010), propriedades

hipocolesterolêmicas (HUANG et al., 2013) e anti-inflamatórias (FURUNO; NAKANISHI, 2012), entre outras.

Com o crescente surgimento de novos produtos no mercado, os fabricantes também estão preocupados em diversificar os sabores e aromas. Nesse contexto, os extratos de frutas constituem-se como uma excelente alternativa com potencial aplicação na formulação de iogurte e o Brasil oferece uma vasta diversificação de frutas com sabores e aromas diferenciados que podem apresentar efeitos positivos, contribuindo para as características nutricionais e sensoriais do produto. Dentre os frutos com potencial de aproveitamento está o oiti (*Licania tomentosa* Benth.). O seu gênero, *Licania*, é predominantemente neotropical, composto por árvores de pequeno e grande porte. Os frutos de oiti possuem ação terapêutica e pode estar relacionada a presença de constituintes químicos e ação antioxidantes presentes na espécie *Licania tomentosa* (SILVA et al., 2012).

De acordo com Pessoa et al. (2016) nos frutos de oiti é possível observar uma grande variedade de compostos que conferem efeito antioxidante aos frutos, visto que os autores identificaram a presença de ácido gálico, catequina, ácido clorogênico, ácido cafeíco, epicatequina, ácido elágico, rutina, quercetina, quercitrina e canferol. Assim, considerando os aspectos abordados, o objetivo deste estudo foi elaborar um kefir de leite caprino adicionado de geleia de oiti (*Licania tomentosa* Benth), e realizar a caracterização físico-química, microbiológica, a capacidade de retenção de Água (CRA), cor instrumental, textura instrumental e atividade antioxidante do produto, comparando com o kefir caprino natural, sem a adição da geleia de oiti.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O leite caprino é um alimento constituído de proteínas de alto valor biológico e ácidos graxos essenciais, além de possuir minerais e vitaminas que qualifica este leite como um alimento de elevado valor nutricional (HAENLEIN, 2004). As características benéficas do leite caprino em relação ao leite bovino estão associadas à composição química constituída de proteínas de alto valor biológico e com menor potencial alergênico, glóbulos de gordura de menor diâmetro, que permite maior digestibilidade,

conteúdo mineral e vitamínico superior em relação à cálcio, ferro, zinco, magnésio, vitaminas do complexo A e B e perfil de ácidos graxos menos aterogênico, caracterizando o leite de cabra como um alimento de elevado valor nutricional e capaz de proporcionar benefícios a saúde do consumidor (HAENLEIN, 2004; PARK et al., 2007; SLACANAC et al., 2010).

A produção de leite caprino no Brasil está concentrada, principalmente, nos estados da região Nordeste, Sul e Sudeste, explicada pelo fato de que em torno de 74% do rebanho mundial de caprinos encontra-se difundido nas regiões tropicais e áridas (COSTA et al., 2009), sendo a caprinocultura uma importante atividade desenvolvida na região semiárida, com papel no agronegócio brasileiro, pois está deixando de ser apenas uma atividade de subsistência e passando a ter maior destaque como atividade de grande importância econômica (SOUZA et al., 2010).

No entanto, a carência de tecnologia, associada à escassez de pesquisas que evidenciem a qualidade dos produtos de leite caprino constituem-se como as principais limitações para a produção sustentável e desenvolvimento da agroindústria brasileira de produtos lácteos caprinos (SANTOS et al., 2011). Diante desse cenário, alguns estudos foram reportados tendo como foco desenvolver kefir de leite caprino com diferentes formulações. Silva et al. (2012) elaboraram kefir de leite caprino com quatro formulações, com adição de pó para sorvetes sabor artificial morango e açúcar. Gonçalves et al. (2019) realizaram uma análise microbiológica do kefir de leite cabra concentrado (tipo iogurte grego) e adicionado de fruta (calda e pedaços de morango). Ferreira et al. (2020) desenvolveram sorvetes a partir de leite caprino ou bovino, fermentados por Kefir, com adição de jabuticaba e mel de abelha silvestre.

O Kefir é uma bebida fermentada originária das montanhas do Cáucaso (GRISHINA et al., 2011), que tem como agente de fermentação o “grão de kefir”, constituído de uma massa gelatinosa de estrutura de proteína e polissacarídeo, formado por uma grande variedade de microrganismos, especialmente bactérias lácticas, acéticas e leveduras, que formam um ecossistema microbiano natural são inoculados e são responsáveis pela fermentação do leite (GUZEL-SEYDIM et al., 2011; MONTANUCI et al., 2012). Devido à grande quantidade e natureza complexa das associações entre as espécies envolvidas, a microflora de grãos de kefir ainda não foi totalmente elucidada (POGAČIĆ et al., 2013). No entanto, alguns autores destacam o potencial probiótico dos leites fermentados com grãos

de kefir, devido à presença de alguns microrganismos, especialmente o *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium bifidum* (GUZEL-SEYDIM et al., 2011).

Os leites fermentados são considerados derivados lácteos com elevado potencial para o desenvolvimento de novos produtos, principalmente por estarem associados à saúde, o que vem sendo explorado pelas indústrias de laticínios. Entre os benefícios de saúde associados ao kefir estão: propriedade antimicrobiana (RAHIMZADEH et al., 2015), ação antioxidante (UCHIDA et al., 2010), propriedades hipocolesterolêmicas (HUANG et al., 2013) e anti-inflamatórias (FURUNO; NAKANISHI, 2012), entre outras.

Com o crescente surgimento de novos produtos no mercado, os fabricantes também estão preocupados em diversificar os sabores e aromas. Os extratos de frutas e/ou frutas preparadas de uma ou mais espécies, constitui uma excelente alternativa quando comparada à utilização de aromas artificiais (QUEIROGA et al., 2011). O Brasil oferece uma vasta de frutas com sabores e aromas diferenciados. Dentre os frutos com potencial de aproveitamento está o oiti (*Licania tomentosa Benth.*), que é considerado promissor devido também ao seu potencial nutricional (TEIXEIRA et al., 2019). Esses frutos são provenientes de uma planta bastante comum na arborização do Brasil, pois sua copa densa proporciona sombra durante todo ano. Contudo, o fruto normalmente é desperdiçado e compõem o lixo urbano (ALVES; PASSONI, 1997). O fruto é considerado não convencional, porém comestível, bastante odorífero, de sabor adocicado e um pouco adstringente (MONTEIRO et al., 2011).

METODOLOGIA

Materiais

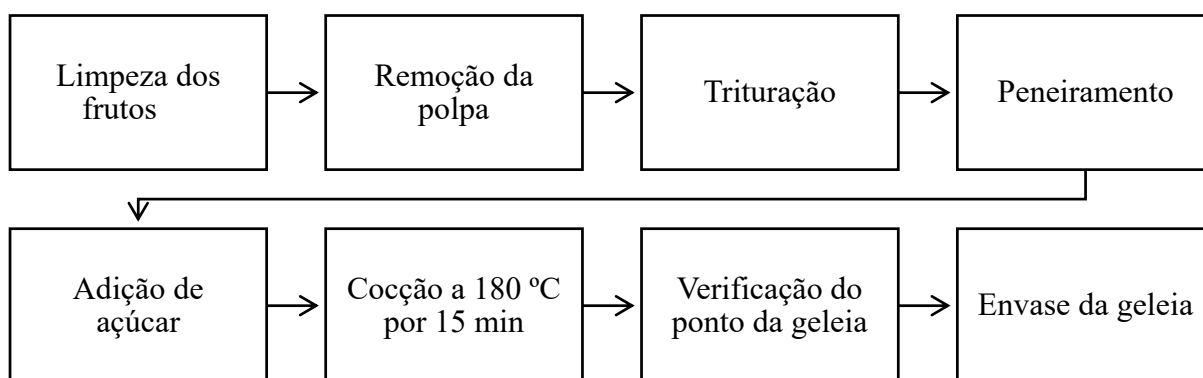
O leite caprino foi obtido do setor de caprinocultura do Centro de Ciências Humanas e Sociais e Agrárias (CCHSA), Campus III/UFPB. Após coleta, o leite foi transportado em temperatura de refrigeração (± 7 °C) até os laboratórios envolvidos na pesquisa, para elaboração do kefir e realização das análises. Os frutos de oiti também foram obtidos nas dependências do Campus da III da UFPB. O processo de desenvolvimento e caracterização do leite fermentado kefir adicionado de geleia de oiti foi realizado nos Laboratórios de Análise Físico-química dos Alimentos, Laboratório de

Microbiologia dos Alimentos e no Laboratório de Técnica Dietética do Colégio Agrícola Vidal de Negreiros (CAVN) do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA) - Campus III – Bananeiras/PB.

Elaboração da geleia dos frutos de oiti

Os frutos maduros do oiti foram lavados em água corrente e sanitizados com imersão em água clorada por 15 minutos, na proporção de 10 ppm de hipoclorito de sódio, seguido do enxágue em água corrente. Em seguida, os frutos foram batidos em liquidificador com água e essa mistura foi peneirada. Após peneiramento, foi adicionado o açúcar e levou-se à cocção em fogo baixo e temperatura de aproximadamente ± 180 °C (Figura 1). A verificação do ponto de geleia foi com base no teor de sólidos solúveis que, segundo a legislação específica, deve ser no mínimo 62 % (BRASIL, 1978).

Figura 1. Fluxograma de elaboração da geleia de oiti.



Fonte: própria (2022).

Figura 2. Fotos da preparação da geleia de oiti



Fonte: Acervo pessoal (2022).

Elaboração do kefir de leite caprino

Foram desenvolvidos dois tipos de kefir a partir do leite caprino, sendo eles: KN (kefir natural) sem a adição da geleia de oiti e KO (kefir adicionado da geleia de oiti). O leite caprino foi pasteurizado a 65 °C por 30 min. Em seguida, foi resfriado até a temperatura de 28 °C, e o grão de kefir foi adicionado a uma proporção de 5% (m/v) em relação a quantidade de leite. Posteriormente, colocou-se a mistura em estufa BOD à temperatura de 28 °C para fermentação durante 24 horas. Após esse período, o leite fermentado kefir foi filtrado por 12 horas à 10 °C para retirada do soro e concentração do produto (Figura 3), com o objetivo de atingir a consistência de *leban* (iogurte grego).

Figura 3. Processo de filtração do leite fermentado para concentração do produto



Fonte: Acervo pessoal (2022).

Logo após, o coágulo foi quebrado mediante agitação manual com bastão de vidro e em seguida foi adicionado 15% (m/v) da geleia de oiti para obtenção do (KO) (Figura 4A), em relação à quantidade de kefir. Por fim, o kefir foi envasado em garrafas de polietileno e armazenado em temperatura de refrigeração (4 °C) até a realização das análises.

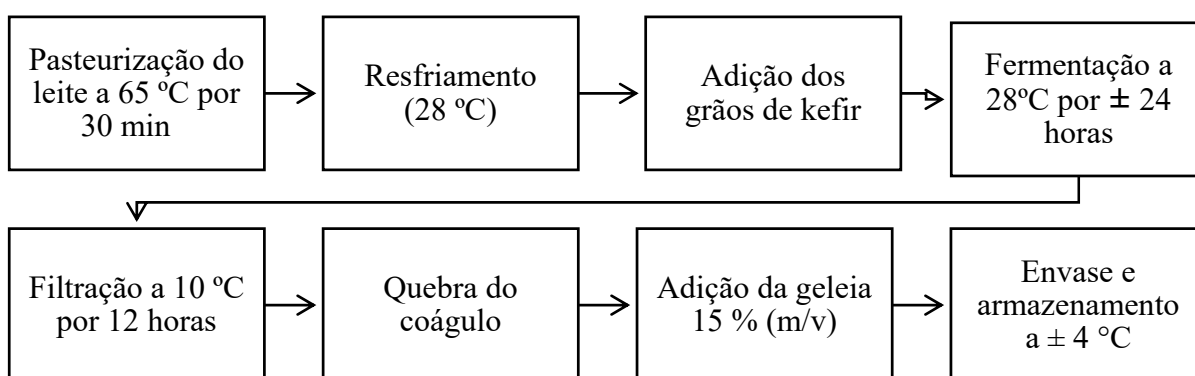
O kefir sem adição da geleia (KN) foi analisado como controle (Figura 4B). As condições utilizadas na obtenção do kefir estão descritas na Figura 5.

Figura 4. Kefir adicionado da geleia de oiti (KO) e kefir natural sem adição da geleia (KN).



Fonte: Acervo pessoal (2022).

Figura 5. Fluxograma de elaboração do kefir de leite caprino adicionado da geleia de oiti (KO)



Fonte: Própria (2022).

Análises físico-químicas do leite caprino

As amostras de leite caprino foram avaliadas quanto aos parâmetros de umidade, proteínas, gordura, cinzas, lactose, sólidos não gordurosos, pH e índice crioscópico. Os valores foram obtidos por meio de medida direta através do equipamento analisador de leite Master Classic Complete AKSO®.

Análises da geleia de oiti

A geleia de oiti foi caracterizada quanto à composição centesimal (proteína, gordura, umidade, açúcares e cinzas), pH, fibra total e cor instrumental. O teor de

umidade, cinzas, proteína e fibras foram determinados segundo as metodologias estabelecidas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). A umidade foi determinada por secagem em estufa a 105 °C e as cinzas por incineração em forno mufla estabilizado a temperatura de 550 °C. A proteína total foi estimada pelo método de Kjeldahl, a partir da quantificação do nitrogênio total e utilizando fator de conversão de 6,25. A determinação de lipídios foi realizada pelo método de Folch et al. (1957). A determinação do pH foi realizada com auxílio de um pHmetro de bancada modelo pH-3E da marca Ionlab, Brasil. A cor instrumental foi determinada de acordo com o sistema CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) L* a* b* e L*, c*, h* (CIE,1996). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Análises do kefir caprino

O Kefir de leite caprino controle (KN) e o Kefir adicionado de geleia de oiti (KO) foram submetidos às análises da composição centesimal (proteína, gordura, umidade, açúcar total e redutor e cinzas), cor instrumental, pH, capacidade de retenção de água (CRA), perfil de textura instrumental e atividade antioxidante. Também foi verificado o rendimento final do produto.

Rendimento do produto

O rendimento do leite fermentado com grãos de kefir foi expresso, em porcentagem, como a razão entre a massa do kefir fresco produzido e o volume de leite utilizado (g de kefir/mL de leite)

Análises da composição centesimal do kefir

As análises da composição centesimal do kefir foram realizadas de acordo com as metodologias estabelecidas pelo Instituto Adolf Lutz (2008) para os parâmetros de proteína, umidade, cinzas, açúcares totais e redutores. O teor de proteínas foi determinado a partir da quantificação do nitrogênio total contido em 1g da amostra, pelo método de Kjeldahl, cujo fator indicado para conversão de nitrogênio total para proteína foi de 6,38. O parâmetro de umidade foi obtido pelo método gravimétrico em estufa com

circulação de ar modelo (TE 394/1 – TECNAL) a uma temperatura de 105 °C e dessecador sob vácuo, para resfriamento até peso constante. O teor de cinzas foi avaliado pelo método gravimétrico, por meio da destruição da matéria orgânica contida em 3 g de amostra, submetida à carbonização total em manta aquecedora e posterior incineração em forno mufla modelo (402 D - LAVOISIER), a 550 °C, até peso constante. Os carboidratos foram quantificados em açúcares solúveis totais e redutores. Para o teor de gordura, utilizou-se a metodologia estabelecida por Folch et al. (1957).

Determinação da acidez e pH

A determinação do pH foi realizada com auxílio de um pHmetro de bancada modelo pHS-3E da marca Ionlab, Brasil. A acidez titulável foi determinada através de titulação com solução de NaOH a 0,1 mol/L e expressa em g/100 g de ácido láctico.

Análise de cor instrumental

Para a análise de cor instrumental, foi utilizado um colorímetro CR-10 (Minolta Co. Osaka, Japan). A escala de cores CIELab (L^* , a^* b^*) foi utilizada com um iluminador D65 (luz do dia padrão) em um ângulo de 10°. Os parâmetros L^* , a^* e b^* foram determinados de acordo com a *International Commission on Illumination* (CIE, 1996), onde L^* = Luminosidade (0 – 100); a^* = coordenada vermelho/verde (+ vermelho/- verde) e b^* = coordenada amarelo/azul (+ amarelo/- azul).

Perfil de Textura (TPA)

A análise de perfil de textura (TPA) foi realizada em texturômetro, utilizando-se probe cilíndrica de 10 mm de diâmetro. Dois ciclos foram aplicados, em velocidade de 2 mm/s e profundidade de 15 mm, e foram obtidas curvas de força-tempo, a partir das quais foram determinados a firmeza, coesividade, adesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade das amostras. A análise foi realizada em triplicata, a 8 °C.

Capacidade de retenção de água (CRA)

A determinação da CRA em KN e KO foi obtida através da centrifugação de 10 gramas das amostras de kefir de leite caprino a 5.000 rpm por 15 minutos a 10 °C (HARTE et al., 2003) em centrífuga refrigerada. A capacidade de retenção de água foi calculada através da equação:

$$(\%)CRA = [(1 - (\text{peso do sobrenadante}/\text{peso da amostra})) \times 10]$$

Atividade Antioxidante

A atividade antioxidante do kefir foi realizada pelo método DPPH, adaptado de Brand-Williams et al (1995). Para a elaboração do extrato, pesou-se 1 g de amostra e adicionou-se 4 mL de metanol (25 % de extrato bruto). Em seguida, a amostra foi homogeneizada em vortex por 3 minutos e armazenada durante 24 horas sob refrigeração. A amostra foi então centrifugada por 15 minutos a 1008 G-force e retirou-se 100 µL do extrato para posterior mistura com 3,0 mL da solução de DPPH. Após centrifugada, a amostra foi deixada em repouso por 30 minutos a temperatura ambiente e, em seguida, foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 517 nm. Uma curva padrão de trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido-carboxílico), com concentrações entre 100 e 1000 µM de Trolox/g de solução foi elaborada. O cálculo da Atividade Antioxidante pela captura do radical DPPH (µmol trolox/ por g de extrato foi realizado utilizando a equação abaixo:

$$DPPH (\mu\text{mol trolox} / \text{g extrato}) = \frac{\text{Conc. da amostra } (\mu\text{mol/mL})}{\text{Diluição do extrato } (\text{mg/mL})} \times 1000$$

Caracterização microbiológica do kefir

Para avaliar a qualidade microbiológica do kefir de leite caprino, realizou-se a contagem das bactérias lácticas (UFC/g), bolores e leveduras (UFC/g) e Coliformes Termotolerantes (NMP/g). As análises foram efetuadas de acordo com a metodologia e critérios de conformidade estabelecidos pela APHA (2001).

Análise estatística

Os resultados de todas as análises foram tabulados no programa *Excel*® e avaliados através da média e desvio padrão. Além disso, para verificar se houve diferença entre os dois grupos (kefir natural-KN e kefir adicionado de geleia de oiti-KO), os dados foram submetidos ao teste T, utilizando o nível de significância de 5%. Para o cálculo destes dados utilizou-se o *Software Statistica*®, versão 7.0 (Statsoft, USA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização do leite caprino

Na Tabela 1 podem ser observadas as médias dos resultados obtidos com as análises físico-químicas para caracterização do leite caprino.

Tabela 1. Caracterização físico-química do leite caprino.

Parâmetros	Média*
Umidade (%)	89,49 ± 0,28
Proteína (%)	3,08 ± 0,19
Gordura (%)	2,18 ± 0,15
Cinzas (%)	0,68 ± 0,01
Lactose (%)	4,57 ± 0,21
SNG (%)	8,33 ± 0,17
pH	7,20 ± 0,17
Índice crioscópico (°H)	-0,521 ± 0,01

*Média ± Desvio-Padrão das três repetições

Os parâmetros de identidade e qualidade do leite caprino são estabelecidos pelo Regulamento Técnico e Produção, Identidade e Qualidade do Leite de Cabra (Instrução Normativa de nº 37 de outubro de 2000). Em relação ao teor de proteína do leite caprino, foi identificado valores médios de 3,08%. Santos et al. (2019) ao avaliarem a qualidade do

leite caprino produzido no município de Monteiro-PB, identificaram teores variando entre 3,04 e 3,20%. De acordo com Slacanac et al. (2010), as proteínas do leite caprino, devido a sua importância na nutrição e fisiologia humana, desempenham um papel tecnológico significativo na produção de muitos produtos lácteos, como é o caso do leite fermentado kefir. As principais proteínas do leite de cabra são caseínas (κ -, β -, α s1-, α s2-, e γ -caseína) e soro-proteínas como β -lactoglobulina e α -lactoalbumina (CENACHI, 2012).

Em relação ao teor de gordura, os valores médios foram de 2,18%. Santos et al. (2019) apresentaram em seus resultados teores de gordura variando entre 2,94 e 4,20%. O percentual de gordura do leite é um parâmetro muito importante para fins agroindustriais pois é determinante no preço final da matéria-prima, principalmente nas que produzem os derivados do leite (DESCONSI et al., 2014).

O leite caprino apresentou teor médio de cinzas de 0,68% um pouco abaixo do recomendado pela IN nº 37/2000, que preconiza que o valor mínimo é de 0,70%. Os componentes do leite podem sofrer interferência direta de fatores como raça, idade, clima, alimentação, fase de lactação, entre outros (ALMEIDA et al., 2009).

O teor de lactose do leite caprino foi de 4,57%, estando de acordo com a IN Nº37/2000 que preconiza um mínimo de 4,3% de lactose. O teor de lactose está relacionado à produção de leite, pois ela tem a função de equilíbrio osmótico, fazendo com que a água seja transferida do sangue para o leite até que sua concentração esteja equilibrada, o que influencia também a concentração de outros componentes do leite (BELOTI, 2015).

A média dos sólidos não gordurosos (SNG) foi de 8,33% nas amostras de leite caprino. Brasil (2000), estabelece requisitos mínimos de 8,2% de sólidos não gordurosos. Em relação ao pH, o leite caprino apresentou valores médios de 7,20. O pH está relacionado com a acidez do leite, sendo utilizados como indicadores do estado de conservação do leite (COELHO et al., 2018).

Em relação ao índice crioscópico, a média foi de -0,521 °H. De acordo com a IN 37/2000, a crioscopia do leite caprino deve estar entre -0,550 a -0,585. O índice crioscópico ou ponto de congelamento do leite está relacionado à concentração dos componentes solúveis em água.

Caracterização da geleia de oiti

Os resultados referentes a caracterização físico-química da geleia de oiti podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2. Características físico-químicas da geleia de oiti.

Parâmetros (%)	Média*
Umidade	39,15 ± 1,52
Gordura	1,17 ± 0,10
Proteínas	2,45 ± 0,39
Açúcares ¹	56,28 ± 0,18
pH	5,13 ± 0,03

*Média ± Desvio-Padrão das três repetições

¹ Açúcares redutores em glicose

Para o teor de umidade, foi identificado um média de 39,15%, não existindo na legislação brasileira um limite mínimo ou máximo para a umidade de geleias (BRASIL, 2005). As geleias em geral apresentam conteúdo de umidade reduzido devido ao processo de elaboração, em que os ingredientes são misturados e a geleia é preparada a partir da ebulição da polpa da fruta com açúcar, até atingir o teor desejado de sólidos solúveis (BASU; SHIVHARE, 2010). O teor de açúcares na geleia foi de 56,28%, de gordura foi de 1,17 %, enquanto para as proteínas foi observado valores médios de 2,45%. Durante a elaboração da geleia de oiti foi adicionado açúcar demerara que, somado ao conteúdo de carboidratos presentes na polpa do fruto, resultam no teor de açúcar presente na geleia. Em relação ao pH, foram observados valores médios de 5,13. O pH mais elevado pode ser justificado pois não foi adicionado ácido cítrico durante a elaboração da geleia de oiti. Em relação à cor instrumental das geleias, foi possível observar valores das coordenadas L*, a* e b*, conforme Tabela 3.

Tabela 3. Cor instrumental (média ± DP) da geleia de oiti.

Parâmetros	Média*
L*	35,5 ± 0,60
a*	6,1 ± 0,60
b*	14,1 ± 0,60

*Média e DP das três repetições

O valor de L* expressa a luminosidade ou claridade da amostra e varia de 100 (cem) para superfícies perfeitamente brancas até 0 (zero) para o preto. O valor de 35,5 para L indica que o produto não foi tão claro. A coordenada a* varia de vermelho (+) a verde (-). O parâmetro b* varia de amarelo (+) a azul (-). Todos os valores aferidos foram positivos, demonstrando que a geleia de oiti apresentou uma leve tendência à cor vermelha (+) e amarela (+). A polpa do fruto do oiti é de coloração amarelada quando maduro (MACHADO et al., 2006).

Composição centesimal do kefir de leite caprino

Os resultados da composição centesimal do kefir de leite caprino com e sem adição da geleia de oiti podem ser observados na Tabela 4. Foram observadas diferenças entre as amostras apenas no parâmetro de umidade, em que KN apresentou maior ($p < 0,05$) teor (79,11%) (KN) em comparação ao kefir KO (74,94 %). Estes resultados indicam que a adição da geleia de oiti em KO influenciou para que o kefir tivesse um menor teor de umidade, o que aumenta a vida útil do produto. A umidade de um alimento está diretamente associada à sua estabilidade, qualidade e composição e quanto maior o teor de umidade, mais perecível é o alimento, pois se torna um meio favorável à multiplicação microbiana (ALDRIGUE et al., 2002).

Tabela 4. Composição centesimal (média* ± DP) do kefir caprino natural (KN) e kefir caprino adicionado de geleia de oiti (KO).

Parâmetros (%)	KN	KO
Umidade	79,11a ± 1,77	74,94b ± 0,17
Proteína	10,78a ± 0,47	9,74a ± 0,95
Gordura	5,90a ± 0,40	5,63a ± 0,11
Cinzas	0,79a ± 0,11	0,81a ± 0,01
Açúcar total	ND	1,70 ± 0,07
Açúcar redutor	ND	4,32 ± 0,05

*Média de três repetições; DP = Desvio-padrão. ND = Não detectado. a,b Letras diferentes numa mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

Não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) entre as amostras KN e KO para os teores de proteínas, gordura e cinzas. O kefir caprino deste estudo foi concentrado no final do processo de elaboração, para promover uma textura mais cremosa, tipo leite fermentado *Leban* (iogurte grego). Isso pode explicar os valores superiores de proteínas, gordura e cinzas, quando comparado ao estudo de Setyawardani et al. (2014), que observaram valores de 3,72% de proteínas, 5,55 de gordura e 0,49 de cinzas em kefir caprino com adição de 5% do grão de kefir e que não passou pelo processo de filtração para concentração da coalhada final. Além disso, o teor de gordura em kefir pode variar dependendo do tipo de leite usado na fermentação (OTLES; CAGINDE, 2003). De acordo com Lopitz-Otsoa et al. (2006), o teor de gordura é influenciado também pelas reações bioquímicas que ocorrem durante a fermentação do kefir, visto que, algumas espécies de leveduras presentes no grão de kefir possuem atividade lipolítica, transformando os lipídeos em ácidos graxos livres.

Os açúcares totais e redutores foram detectados apenas nas amostras de kefir KO, sendo 1,70% para o açúcar total e 4,32% para o açúcar do tipo redutor, respectivamente. A presença da geleia de oiti deve ter sido responsável pelos teores de açúcares em KO, considerando que no processo de preparação da geleia houve a adição de açúcar demerara. Possivelmente, para a amostra KN, a lactose, que é o açúcar do leite, foi totalmente convertida em ácido láctico, pois a microbiota do kefir é composta tanto de bactérias como leveduras fermentadoras de lactose, que utilizam a lactose para o seu

metabolismo (POGAČIĆ et al., 2013). De acordo com Husain (2010), a hidrólise enzimática da lactose melhora as propriedades sensoriais e tecnológicas dos produtos, promovendo maior doçura, maior solubilidade e redução do período de fermentação.

Foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras KN e KO, para os valores de pH e CRA (Tabela 5), onde estes atributos foram inferiores na amostra KO em comparação à amostra KN, indicando que a adição da geleia de oiti influenciou nesses parâmetros, pois a presença de ácidos orgânicos presentes nas polpas das frutas influencia na redução do pH das geleias (ARAÚJO et al., 2017). Além disso, o PH observado em ambas as amostras estão no ponto isoelétrico das proteínas do leite de cabra, que segundo Lee e Lucey (2004) é $\leq 4,6$ para a formação da coalhada, como resultado da interação das proteínas do soro do leite desnaturadas e das micelas de caseína, seguida pela produção de ácido lático.

Tabela 5. Resultados (média* \pm DP) dos parâmetros de pH, acidez e CRA do kefir caprino natural (KN) e kefir caprino adicionado de geleia de oiti (KO).

Parâmetros	KN	KO
pH	4,19a \pm 0,04	4,08b \pm 0,02
Acidez	2,70a \pm 0,09	2,69a \pm 0,17
CRA (%)	97,21a \pm 0,20	95,25b \pm 0,27

*Média de três repetições. CRA = Capacidade de Retenção de água, perda por centrifugação. DP = Desvio-padrão. a,b Letras diferentes numa mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

As diferenças nos valores de pH Lima et al. (2018), reportaram valores médios para os grãos de kefir de leite caprino entre 2,10 a 3,74. De acordo com os autores, essa diferença nos valores de pH das amostras pode ser atribuída ao processo de metabolização energética e nutricional dos microrganismos dos grãos que passam por modificações a fim de se adaptar e sobreviver nos substratos fornecidos.

Para o parâmetro de acidez não foi observado diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras KN e KO. Araújo et al. (2017) também não observaram diferenças entre as formulações de fermentado de kefir com relação aos valores de acidez titulável. No que diz respeito aos resultados de CRA, verificou-se que a amostra KO apresentou uma menor CRA, indicando que a adição da geleia de oiti influenciou para que o produto fosse mais

consistente, pois, de acordo com Silveira et al. (2016), a CRA é caracterizada como a habilidade do produto para reter parcial ou totalmente a água nela contida, o que está de acordo também com os valores de umidade, onde foi observado um menor teor de umidade na amostra de kefir KO, indicando que este produto ficou mais concentrado e viscoso.

Em relação a avaliação colorimétrica pelo sistema CIELAB, as médias das coordenadas para amostra KN, foram: $L^* = 78,60$; $a^* = 1,83$; $b^* = 19,17$. Para as amostras KO, foram: $L^* = 68,80$; $a^* = 4,60$; $b^* = 24,20$. A coordenada L, que representa a luminosidade e varia de 0 (preto) a 100 (branco), evidencia a interferência da geleia de oiti na coloração da amostra KO, visto que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras para essa coordenada, indicando que a amostra KO foi menos clara do que a amostra KN (Tabela 6).

Tabela 6. Cor instrumental (média* \pm DP) do kefir caprino natural (KN) e kefir caprino

Parâmetros	KN	KO
L*	78,60a \pm 0,36	68,80b \pm 0,06
a*	1,83b \pm 0,06	4,60a \pm 0,06
b*	19,17b \pm 0,25	24,20a \pm 0,21

*Média de três repetições. DP = Desvio-padrão. a,b Letras diferentes numa mesma linha indicam diferença significativa ($P < 0,05$).

Quanto às coordenadas de cromaticidade (a^* e b^*), foi possível observar diferença entre as amostras ($p < 0,05$) e que todas as amostras se situaram entre as regiões do vermelho e do amarelo, devido aos valores positivos para estas coordenadas. A amostra KO apresentou maior tendência à cor vermelha (+) e amarela (+) do que a amostra KN, o que demonstra uma influência da coloração da geleia de oiti que foi adicionada em KO, pois os resultados concordam com os valores de cor instrumental da geleia (Tabela 3).

O perfil de Textura Instrumental demonstrou que as amostras de kefir foram diferentes ($p < 0,05$) em relação aos parâmetros de dureza, gomosidade e adesividade (Tabela 7). A amostra KO apresentou maior dureza (1,20N) do que a amostra KN (0,78),

o que confirma que a adição da geleia de oiti reduziu a umidade e a CRA, indicando aumento dos sólidos totais e, conseqüentemente, da firmeza do produto.

Para os parâmetros de gomosidade e adesividade, era esperado que estes valores fossem menores em KO, uma vez que eles estão diretamente relacionados aos valores de dureza. O valor da gomosidade é definido como o produto da dureza vezes a coesividade e se aplica a produtos semi-sólidos como é o caso do kefir caprino concentrado. A gomosidade é influenciada pelo gel que é formado durante o processo de fermentação do kefir (SETYAWARDANI et al., 2019).

Tabela 7. Perfil de textura (média* ± DP) do kefir caprino natural (KN) e kefir caprino adicionado de geleia de oiti (KO).

Parâmetros	KN	KO
Dureza (N)	0,78b ± 0,04	1,20a ± 0,06
Coesividade	0,64a ± 0,01	0,54a ± 0,06
Elasticidade (mm)	1,00a ± 0,00	1,00a ± 0,00
Gomosidade (N)	0,65a ± 0,06	0,50b ± 0,05
Adesividade (N/s)	-0,35a ± 0,02	-0,28b ± 0,02

*Média de três repetições. DP = Desvio-padrão. a,b Letras diferentes numa mesma linha indicam diferença significativa (P < 0,05).

Em relação à atividade antioxidante, foi possível observar (Tabela 8) que o kefir KO apresentou maior capacidade de reduzir a concentração de DPPH, significando que a presença da geleia de oiti influenciou para aumentar a atividade antioxidante do produto. O DPPH, um radical livre orgânico estável, tem uma reconhecida atividade de sequestrar prótons e o kefir de leite de cabra é um bom doador de prótons para o radical DPPH, podendo oferecer proteção contra os radicais livres (YILMAZ-ERSAN et al., 2016). Estes mesmos autores observaram também que a atividade antioxidante DPPH aumentou com o armazenamento do kefir caprino, e atribuíram ao metabolismo de microrganismos dos grãos de kefir mesmo em baixas temperaturas (YILMAZ-ERSAN et al., 2016).

Tabela 8. Atividade Antioxidante DPPH (média* ± DP) do kefir caprino natural (KN) e kefir caprino adicionado de geleia de oiti (KO).

($\mu\text{mol Trolox por } 100 \text{ g}$)	KN	KO
Atividade Antioxidante	82,12b ± 0,12	84,66a ± 0,11

*Média de três repetições. DP = Desvio-padrão. a,b Letras diferentes numa mesma linha indicam diferença significativa ($P < 0,05$).

Em relação aos parâmetros de qualidade microbiológica (Tabela 9), observou-se, para ambas as amostras, baixas contagens de coliformes termotolerantes, indicando que o produto foi produzido respeitando as boas práticas de fabricação pois os coliformes são indicadores das condições higiênico-sanitárias dos produtos e indica também risco de contaminação por bactérias de origem fecal (GODOI, 2010).

Tabela 9. Qualidade microbiológica do kefir caprino natural (KN) e kefir caprino adicionado de geleia de oiti (KO).

Microorganismo	Kefir caprino	
	KN	KO
Coliformes a 45 °C (NMP/g)	< 0,3 NMP	< 0,3 NMP
Bolores e leveduras (UFC/g)	1,0 x 10 ²	1,0 x 10 ²
Bactérias lácticas (UFC/g)	1,7 x 10 ⁶	2,5 x 10 ⁶

UFC = unidade formadora de colônia; NMP = número mais provável.

Com relação aos bolores e leveduras, esses valores podem indicar a presença desses microrganismos, sendo de origem ambiental ou do próprio grão de kefir. O grão de kefir é dominado por bactérias do ácido lácticas (ZANIRATI et al., 2015). As bactérias lácticas formam uma simbiose com as leveduras no grão de kefir, e produzem bioprodutos como fonte de crescimento entre eles, e desempenham um papel na geração de ácido láctico e etanol (HAMET et al., 2013).

CONCLUSÕES

Foi possível formular um kefir enriquecido com geleia de oiti e a presença da geleia influenciou nos parâmetros de umidade, pH, CRA, cor e textura instrumental e aumentou a atividade antioxidante do leite fermentado kefir. Em relação aos parâmetros microbiológicos, ambas as amostras exibiram baixas contagens de microrganismos do tipo Coliforme a 45 °C e bolores e leveduras, atestando assim a qualidade microbiológica do produto. A adição da geleia de oiti na formulação do kefir caprino pode contribuir como uma forma de valorização do leite de cabra e aproveitamento dos frutos de oiti, além de apresentar-se como um potencial comercial para o desenvolvimento de novos produtos, em função da sua composição química e alto valor nutricional.

Perspectivas

A condução desta proposta de pesquisa poderá contribuir para o desenvolvimento de novas tecnologias, representando uma alternativa de inovação no mercado de derivados lácteos. A crescente preocupação com a saúde e com a qualidade de vida nas últimas décadas, resultou em mudanças no estilo de vida e no padrão de consumo da população, que procura cada vez mais, alimentos que tragam saudabilidade, nutrição e bons aspectos sensoriais, tais como sabor, textura e aroma. A indústria de laticínios, atenta às demandas e necessidades do consumidor, tem investido cada vez mais no desenvolvimento de novos produtos que associem todos esses aspectos supracitados.

REFERÊNCIAS

ALDRIGUE, M. L.; MADRUGA, M. S.; FIOREZE, R.; LIMA, A. W. O.; SOUSA, C. P. **Aspectos da ciência e tecnologia de alimentos**. João Pessoa: Ed. UFPB, v. 1, 2002.

ALMEIDA, J. F.; LEITÃO, C. H. S.; NASCIMENTO, E. R.; VIEIRA, K. C. M.; ALBERTO, E. M. & PEREIRA, V. L. A. Avaliação físico-química do leite de cabra in natura em alguns rebanhos de Minas Gerais e Rio de Janeiro, Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, p.749-753 (supl. 1), 2009.

ALVES, S.; JENNINGS, W. G. Volatile composition of certain Amazonian fruits. **Food Chemistry**, 4(2), 149-159, 2009.

APHA – American Public Health Association. Committee on Microbiological for Foods. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington: American Public Health Association, 2001. 676p.

ARAÚJO, N. G., DA SILVA, J. B., BARBOSA, I. M., & MACÊDO, C. S. Influência da concentração de polpa de goiaba na aceitação de fermentado de kefir. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.72, n.4, p. 184-191, 2017.

BALDUINO, L. **Criação de cabras é setor em desenvolvimento no sertão e semiárido nordestino**. Disponível em: <https://mst.org.br/2020/11/05/criacao-de-cabras-e-setor-em-desenvolvimento-no-sertao-e-semiarido-nordestino/>. Acesso em: 30 de Maio de 2022.

BASU, S.; SHIVHARE, U. S. Rheological, textural, microstructural and sensory properties of mango jam. **Journal of Food Engineering**, v.100, p. 357-365, 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução de Diretoria Colegiada nº 272 de 2005**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 set. 2005. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18831&word=>>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Portaria no 46, de 23 de novembro de 2007: **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (PIQ) de Leites Fermentados**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2007.

CENACHI, D. B. Desenvolvimento de leite de cabra fermentado prebiótico com baixo teor de lactose adicionado de β -ciclodextrina. 2012. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

CLARK, S., & GARCÍA, M. B. M. (2017). A 100-year review: Advances in goat milk research. **Journal of Dairy Science**, 100(12), 10026-10044.

DESCONSI, A. C.; IZÁRIO FILHO, H. J.; SALAZAR, R. F. S. Avaliação físico-química e microbiológica de soro de leite concentrado obtido por osmose inversa. **Revista Ambiente & Água**, v. 9, n. 2, p. 325-335, 2014.

DALLA SANTA, O. R. et al. Avaliação sensorial de kefir sabor ameixa e morango. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 14, n. 4-4, p. 77-85, 2008.

FERREIRA, J. V.; SILVA SCHIRMANN, G.; SANTOS, M. L. P.; ZAGO, A. C.; SOUZA BORTOLINI, V. M.; ROCKENBACH, R.; BRAGANÇA, G. C. M. (2020). Parâmetros físico-químicos e aceitabilidade de sorvetes desenvolvidos a partir de diferentes leites fermentados por kefir, jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg) e mel de abelha silvestre. **Brazilian Journal of Development**, 6(11), 85434-85451.

FOLCH, J., LEES, M., & SLOANE STANLEY, G. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, 226(1), 497-509.

FURUNO, T., & NAKANISHI, M. (2012). Kefiran suppresses antigen-induced mast cell activation. **Biological and Pharmaceutical Bulletin**, 35(2), 178-183.

GODOI I, et al. Indicadores microbiológicos de água e solo. **Dissertação** (Mestrado); UNIOESTE; Cascavel PR; 2010.

GONÇALVES, C. S. L.; SILVA, X. S.; BELTRÃO, S. A. F. Elaboração e análise microbiológica de iogurte grego com leite de cabra, fermentado por kefir e adicionado de fruta. **In: Semana de Agronomia**, 15. 2019, Areia. Anais [...]. Areia: UFPB, 2019.

GU, Y., LI, X., XIAO, R., DUDU, O. E., YANG, L., & MA, Y. (2020). Impact of *Lactobacillus paracasei* IMC502 in coculture with traditional starters on volatile and non-volatile metabolite profiles in yogurt. **Process Biochemistry**, 99, 61-69.

GUZEL-SEYDIM, Zeynep B. et al. (2011). Functional properties of kefir. **Critical reviews in food science and nutrition**, 51(3), 261-268.

HAMET, M. F.; LONDERO, A.; MEDRANO, M.; VERCAMMEN, E.; VAN HOORDE, K., GARROTE, G. L.; HUYS, G.; VANDAMME, P.; ABRAHAM, A. G. APPLICATION OF CULTURE-DEPENDENT and culture-independent methods for the identification of *Lactobacillus kefirianofaciens* in microbial consortia present in kefir grains. **Food Microbiology**, v. 36, n.2, p. 327-334, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2013.06.022>.

HUANG, Y., WU, F., WANG, X., SUI, Y., YANG, L., & WANG, J. (2013). Characterization of *Lactobacillus Plantarum* Lp27 isolated from Tibetan kefir grains: A potential probiotic bacterium with cholesterol-lowering effects. **Journal of Dairy Science**, 96(5), 2816-2825.

HUSAIN, Q. β -Galactosidases and their potential applications: a review. **Crit Rev Biotechnol** v. 30, p. 41-62, 2010.

KALYANKAR, S. D.; KHEDKAR, C. D.; PATIL, A. M. GOAT: Milk. **Encyclopedia of Food and Health**, p. 256-260, 2016.

LEE, W. J.; LUCEY, J. A. Structural and physical properties of yoghurt gel: Effect of inoculation rate and incubation temperature. **Journal of Dairy Science**, v.87, p. 3153-3164, 2004.

LOPITZ-OTSOA, F. et al. Kefir: a symbiotic yeasts-bacteria community with alleged healthy capabilities. **Revista Iberoamericana de Micología**, v. 23, n. 2, p. 67-74, 2006.

LIMA, M. B. C., DE OLIVEIRA, E. N. A., FEITOSA, B. F., FEITOSA, R. M., & DE FREITAS, P. V. C. Estabilidade físico-química de iogurtes caprinos adoçados com méis de diferentes floradas. **HOLOS**, v. 5, p. 1-12, 2020.

MACHADO, R. R. B. et al. Árvores nativas para a arborização de Teresina, Piauí. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2006.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

OTLES, S.; CAGINDI, O. Kefir: a probiotic dairy-composition, nutritional and therapeutic aspects. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 2, p. 54-59, 2003.

PESSOA, I. P., NETO, J. J. L., ALMEIDA, T. S., FARIAS, D. F., VIEIRA, L. R., MEDEIROS, J. L., E URANO CARVALHO, A. F. Polyphenol composition, antioxidant activity and cytotoxicity of seeds from two underexploited wild Licania species: L. rigida and L. tomentosa. **Molecules**, v. 21, n. 12, p. 1755, 2016.

POGAČIĆ, T.; ŠINKO, S.; ZAMBERLIN, S.; SAMARŽIJA, D. Microbiota of kefir grains. **Mljekarstvo**, v. 63, p.3-14, 2013.

SILVA, M. C. M. et al. (2012). Elaboração, caracterização e avaliação de kefir à base de leite de cabra. **PUBVET**, v. 6, n. 15, Art. 1356.

SETYAWARDANI, T. et al. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, v. 372, 012036, 2019. doi:10.1088/1755-1315/372/1/012036

UCHIDA, M., ISHII, I., INOUE, C., AKISATO, Y., WATANABE, K. et al., (2010). Kefiran reduces atherosclerosis in rabbits fed a high cholesterol diet. **Journal of atherosclerosis and thrombosis**, 1006100247-1006100247.

VERRUCK, S., DANTAS, A., & PRUDENCIO, E. S. (2019). Functionality of the components from goat's milk, recent advances for functional dairy products development and its implications on human health. **Journal of Functional Foods**, 52, 243-257.

YILMAZ-ERSAN, L.; OZCAN, T.; AKPINAR-BAYIZIT, A.; SAHIN, S. The Antioxidative Capacity of Kefir Produced from Goat Milk. **International Journal of Chemical Engineering and Applications**, v. 7, n. 1, p.22-26, 2016.

ZANIRATI, D. F., ABATEMARCO, M., JR., SANDES, S. H. C., NICOLI, J. R., NUNES, Á. C., & NEUMANN, E. Selection of lactic acid bacteria from Brazilian kefir grains for potential use as starter or probiotic cultures. **Anaerobe**, v. 32, p. 70-76, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anaerobe.2014.12.007>.

QUALIDADE NUTRICIONAL E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO LEITE ASININO PRODUZIDO NO SEMIÁRIDO NORDESTINO EM DIFERENTES ÉPOCAS DO ANO

Maria Aparecida Soares Ribeiro¹; Laiza Soliely Costa Gonçalves²; José Evangelista Santos Ribeiro³; Amanda Marília da Silva Sant'Ana⁴

RESUMO

O leite asinino se destaca principalmente pelo alto valor nutricional e por apresentar propriedades funcionais e terapêuticas. Assim, este trabalho objetivou avaliar a qualidade nutricional e a capacidade antioxidante do leite asinino produzido na região semiárida do Nordeste brasileiro, em diferentes épocas do ano, seca (LS) e chuvosa (LC). As amostras foram analisadas quanto aos parâmetros de (umidade, proteína, gordura, cinzas e lactose), cor, pH, acidez, atividade antioxidante e os ácidos graxos. A época do ano influenciou todos os parâmetros da composição centesimal do leite. A análise de cor revelou que o LC foi mais claro e mais amarelado do que o LS. Não houve diferença entre as amostras para atividade antioxidante. O LS apresentou maiores teores de ácidos graxos saturados e menor de ácidos graxos insaturados, em relação ao LC. Portanto, observou-se que a época do ano influenciou a qualidade nutricional do leite asinino, exceto para a atividade antioxidante.

Palavras-chaves: Mudanças sazonais. Ácidos graxos. Composição do leite.

¹ aparecidaribeiro10@gmail.com

² laizasolielyc@gmail.com

³ vange_ribeiro@hotmail.com

⁴ amanda.santana@academico.ufpb.br. Projeto PVO14585-2021 - Qualidade nutricional e atividade antioxidante do leite asinino produzido no semiárido nordestino em diferentes épocas do ano. (83) 3367-5550. diretoria@cchsa.ufpb.br

APRESENTAÇÃO

O leite asinino é descrito como branco, fino, com um gosto ligeiramente doce, agradável e aroma leitoso (MALISSIOVA et al., 2016). Tem em sua composição um conteúdo de lactose, proteínas e minerais, semelhantes ao leite humano (CLAYES et al., 2014), além da excelente composição em vitaminas e ácidos graxos poli-insaturados (COSENTINO et al., 2015; JIANG et al., 2018).

Além do caráter nutritivo, este leite apresenta propriedades funcionais e terapêuticas. Foi observado que o leite asinino contém fatores antimicrobianos, como a lactoferrina, lactoperoxidase e altas quantidades de lisozima (COSENTINO et al., 2015; JIANG et al., 2018), adequadas para prevenir infecções no intestino de lactentes (ALTIERI et al., 2016) e indivíduos idosos (AMATI et al., 2010; D’ALESSANDRO et al., 2011). Ainda, estudos comprovam atividade antioxidante (PERNA et al., 2015) e a baixa alergenicidade quando comparado ao leite de vaca (CUNSOLO et al., 2017; SARTI et al., 2019).

A composição química e microbiológica do leite depende de diversos fatores, tais como o manejo animal, a alimentação, fisiologia e genética, desempenhando um papel muito importante na qualidade dos produtos derivados. Um dos principais fatores que pode influenciar a composição do leite são os alimentos específicos e plantas disponíveis para o consumo pelo animal (GOETSCH; ZENG; GIPSONET, 2011).

A região semiárida brasileira tem, como uma das suas características, duas estações climáticas, uma denominada estação seca, onde se registram altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, e outra, denominada estação chuvosa caracterizada por temperaturas mais amenas, com umidade relativa do ar mais elevada (GUIMARÃES et al., 2014). Para Roberto e Souza (2011), os vários fatores relacionados ao ambiente, nutrição, sanidade e manejo são os responsáveis pela limitação da produção animal no semiárido.

A precipitação pluviométrica e sua distribuição ao longo do ano são determinantes para a disponibilidade e qualidade da pastagem, com consequências marcantes na produção animal (OLIVEIRA et al., 2005; DANTAS et al., 2008). Durante o período de seca, os pastos tornam-se escassos e/ou reduzem sua qualidade nutritiva, e a suplementação com forrageiras de corte e ração concentrada são estratégias recomendadas (ROGÉRIO et al., 2016).

A diversificação e características da dieta animal pode influenciar a qualidade do leite. Tem sido demonstrado que a dieta animal à base de pastagens carrega uma imagem positiva para a saúde e nutrição humana, pois pode melhorar as propriedades nutricionais dos produtos lácteos (CHILLIARD et al., 2007), o que vai ao encontro da crescente preocupação das pessoas com a saúde que tem aumentado a procura por alimentos nutritivos, saudáveis e funcionais.

No entanto, estudos avaliando a influência da alimentação de asnos brasileiros na qualidade do leite em épocas do ano diferentes são escassos, pois os principais estudos são com leite caprino e bovino. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade nutricional e a capacidade antioxidante do leite asinino produzido na região semiárida do Nordeste brasileiro, em diferentes épocas do ano: estação seca e estação chuvosa.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O asno (*Equus asinus*), também conhecido popularmente como jumento (MCMANUS et al., 2010), pertence à família Equidae, a qual contém os cavalos e zebras (POLIDORI; VINCENZETTI, 2013). No Brasil, os asnos sempre desempenharam um papel fundamental nas atividades rurais, seja por sua força e habilidade para trabalhar, seja por sua facilidade de adaptação e resistência a condições adversas (LARA et al., 2015). Porém, a partir do avanço da mecanização agrícola, os asnos passaram a ocupar uma posição secundária no campo (LARA et al., 2015; IVANKOVIC et al., 2009).

Os asnos foram essenciais para a economia rural, em diversas civilizações, há milhares de anos, sendo na antiguidade utilizados como animal de tração e na produção de leite. Na Roma Antiga, o uso do leite e de produtos lácteos era reconhecido comumente como um remédio (SALIMEI; FANTUZ, 2012). Desta forma, os asnininos estão associados a um vasto patrimônio de importância social, cultural, econômica e ecológica. No Brasil, destacam-se três raças de asnininos, originárias de animais trazidos pelos colonizadores e do processo de seleção natural: o “Nordestino”, o “Brasileiro” e o “Pêga” (MARIANTE; CAVALCANTE, 2006). Acerca disso, na Europa estão sendo criadas políticas de incentivo à criação e proteção do animal, o que pode preservar a espécie e estimular o desenvolvimento de novas atribuições para estes animais (RANGEL et al., 2015).

Assim, uma das formas de preservar e estimular a criação de asnos é por meio da valorização do seu leite, o que justifica a importância de estudar a composição nutricional e o potencial funcional e tecnológico deste leite. O leite asinino tem despertado interesse científico devido à sua composição semelhante ao leite humano (SALIMEI; FANTUZ, 2012; CLAEYS et al., 2014). Possui teor de proteína total (1,5-1,8%) e de lactose (5,8-7,4%) semelhantes ao leite humano, enquanto o teor de gordura é menor (0,2-1,8%) que no leite humano (3,5-4,0%) (UNIACKE-LOWE; FOX, 2012). Do ponto de vista sensorial, é descrito como branco, fino, com um gosto ligeiramente doce agradável, aroma leitoso e sabor doce (MALISSIOVA et al., 2016).

Quando comparado ao leite de ruminantes, o leite de jumenta se destaca por sua considerável quantidade de ácidos graxos insaturados, fundamentais para prevenção de doenças inflamatórias cardiovasculares (CHIOFALO; SALIMEI; CHIOFALO, 2001; COSENTINO et al., 2015). Apresenta também alto conteúdo de lisozima, um agente antimicrobiano natural, que pode funcionar no trato digestivo do bebê, reduzindo a incidência de infecções gastrointestinais (BUSINCO et al., 2000; COSENTINO et al., 2015).

Pesquisas com o foco no leite asinino são ascendentes (POLIDORI et al., 2013; CLAYES et al., 2014; PEREIRA et al., 2014; CUNSOLO et al., 2017; ASPRI et al., 2017; MASSOURAS; TRIANTAPHYLLOPOULOS; THEODOSSIOU, 2017), no entanto, a maioria delas não são feitas no Brasil.

No Brasil, a região semiárida do Nordeste caracteriza-se por condições ambientais de terras áridas e de baixa pluviosidade, onde a pecuária se desenvolve em grande maioria de forma extensiva, e os animais produtores de leite tem a vegetação nativa como principal fonte de alimento (BOMFIM et al., 2011). Esta região apresenta um clima tipicamente tropical seco, com uma estação chuvosa de quatro a seis meses, seguida por uma estação seca de seis a oito meses, de modo que a precipitação pluviométrica é superada pela evapotranspiração anual (COUTO et al., 2009; SOUZA et al., 2010). A estação chuvosa é curta e mais concentrada nos meses de verão (FERREIRA et al., 2009), e as precipitações são mal distribuídas, sendo imprevisível a ocorrência de chuvas sucessivas, em pequenos intervalos (ARY, 2013).

No Semiárido, a pastagem nativa é denominada “caatinga”, e é formada por diversas espécies botânicas com alto potencial forrageiro (FERREIRA et al., 2009) e a dieta dos animais pode variar de uma época para outra, pois eles mudam as plantas e as partes

aéreas selecionadas, de acordo com a vegetação disponível, o estágio de desenvolvimento das plantas e as condições climáticas (FEDELE et al., 2005). Não existem estudos que avaliam as alterações na qualidade nutricional e potencial funcional do leite de jumenta da raça nordestina criado no semiárido brasileiro, sob influência da estação do ano.

METODOLOGIA

Coleta das amostras

O leite utilizado no experimento foi obtido de rebanhos da raça (ecotipo) nordestino, criados nas cidades de Zabelê-PB. A coleta do leite foi realizada em 09 fêmeas múltiparas e saudáveis, por ordenha manual. As amostras de leites foram acondicionadas e transportadas em garrafas de polietileno, sob temperatura de refrigeração (4 ± 1 °C) até os Laboratórios envolvidos na pesquisa, para a realização das análises correspondentes.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), constituído por um sistema de alimentação (a pasto) em duas épocas do ano (chuvosa e seca), caracterizando dois tratamentos experimentais para o leite asinino (Tabela 1).

Tabela 1. Matriz codificada do planejamento experimental DIC.

Tratamento	Alimentação		Período
	Pasto	Chuvoso	Seco
LC	+	+	-
LS	+	-	+

* LC= leite obtido na época chuvosa. LS = Leite obtido na época seca.

Análises

As análises foram realizadas no Laboratório de Análise Físico-Química dos Alimentos, Laboratório de Microbiologia de Alimentos e no Laboratório do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Agroalimentar do Centro de Ciências Humanas,

Sociais e Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus III. As análises de cada amostra de leite foram realizadas em triplicata.

Caracterização química

As análises da composição centesimal do leite (umidade, proteína, gordura, cinzas e lactose) foram realizadas segundo a metodologia recomendada pela *Association of Official Analytical Chemist Methods* (AOAC, 2016). As proteínas (nitrogênio total) foram quantificadas pelo método Micro-Kjedahl, os lipídeos utilizando o lactobutirômetro de Gerber, sólidos totais/umidade por secagem em estufa a 105 °C durante 24 horas cinzas por carbonização seguida de incineração em forno mufla estabilizado à temperatura de 550 °C. O teor de lactose foi determinado utilizando o reagente DNS, segundo metodologia proposta por MILLER (1959). O teor de acidez do leite foi determinado pelo método da AOAC (2012) e expressa em g/100g de ácido láctico. A determinação do pH foi realizada com auxílio de um pHmetro de bancada modelo pHS-3E da marca Ionlab, Brasil.

Cor instrumental

O colorímetro CR-300 colorimeter (Minolta Co. Osaka, Japan) foi utilizado para avaliação dos parâmetros de cromaticidade das amostras de leite. A escala de cores CIE Lab foi considerada, e os parâmetros L *, a * e b * foram determinados de acordo com a *International Commission on Illumination* (CIE, 1996).

Perfil de ácidos graxos

O perfil de ácidos graxos foi obtido utilizando o método descrito em Molquentin e Precht (2000), com adaptações. Inicialmente realizou-se a extração e transesterificação das amostras, seguido da análise dos ácidos graxos sob a forma de ésteres metílicos, utilizando um cromatógrafo a gás equipado com detector de ionização em chama (CG-DIC) modelo (Trace™ 1310, Thermo Fisher Scientific, USA), coluna capilar SPTM-2380 (60 m × 0.25 mm x 0.25 µm). Os diferentes picos foram identificados por meio de comparação com as respostas de um padrão de concentração conhecida (Supelco® 37 Component FAME Mix, USA) e a quantificação foi baseada nas áreas dos respectivos picos.

Atividade antioxidante DPPH

A atividade antioxidante das amostras foi determinada pelo método DPPH, adaptado de Brand-Williams et al. (1995). Para a elaboração do extrato, pesou-se 1 g de amostra e adicionou-se 4 mL de metanol (25 % de extrato bruto). Em seguida, a amostra foi homogeneizada em Vortex por 3 minutos e armazenada durante 24 horas sob refrigeração.

As amostras foram então centrifugadas por 15 minutos a 1008 rpm e retirou-se uma alíquota de 100 µL do extrato para posterior mistura com 3,0 mL da solução de DPPH. Após centrifugada, as amostras foram deixadas em repouso por 30 minutos a temperatura ambiente e em seguida, foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 517 nm. Uma curva padrão de trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido-carboxílico), com concentrações entre 100 e 1000 µM de Trolox/g de solução foi elaborada. O cálculo da Atividade Antioxidante pela captura do radical DPPH (µmol trolox/ por g de extrato foi realizado utilizando a equação abaixo:

$$DPPH (\mu\text{mol trolox/g extrato}) = \frac{\text{concentração } (\mu\text{mol /mL})}{\text{diluição do extrato (mg/mL)}} \times 1000$$

Análise dos dados

Os resultados de todas as análises foram tabulados no programa *Excel*® e avaliados através da média e desvio padrão. Além disso, para verificar se houve diferença entre os dois grupos (leite da época seca e leite da época chuvosa), os dados foram submetidos ao teste T, utilizando o nível de significância de 5%. Para o cálculo destes dados utilizou-se o *Software Statistica*®, versão 7.0 (Statsoft, USA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização química

A época do ano em que as amostras foram obtidas influenciou em todos os parâmetros da composição química do leite asinino ($p < 0,05$). Observou-se que a amostra

LC apresentou menor teor de umidade e maiores conteúdos de proteína, gordura e lactose, quando comparado ao LS, conforme exibe a Tabela 2.

Tabela 2. Composição centesimal (média \pm DP) do leite asinino produzido em diferentes épocas do ano.

Parâmetros	Época seca	Época chuvosa
Umidade	93,43 ^a \pm 0,32	90,60 ^b \pm 0,09
Proteínas	1,23 ^b \pm 0,02	3,19 ^a \pm 0,26
Gordura	0,40 ^b \pm 0,21	0,87 ^a \pm 0,20
Lactose	3,80 ^b \pm 0,28	7,55 ^a \pm 0,24
Cinzas	0,47 ^a \pm 0,07	0,55 ^a \pm 0,12
Acidez	0,002 ^b \pm 0,01	0,07 ^a \pm 0,01
pH	7,15 ^a \pm 0,01	7,06 ^a \pm 0,01

*Média de três repetições. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

Com base nos dados apresentados, a diferença entre as amostras pode ser atribuída à qualidade da forragem na estação chuvosa, que influenciou na maior concentração do teor de gordura do leite LC, conforme observado por Valle et al. (2017). Além disso, apesar dos jumentos serem animais adaptados ao clima semiárido, o estresse térmico na estação seca pode ter afetado negativamente a quantidade e a qualidade do leite. De acordo com Ayo et al. (2013), o estresse por calor causa uma cascata de mudanças nos mecanismos fisiológicos dos animais, porque a exposição à alta temperatura ambiente induz o animal a tentar equilibrar a carga excessiva de calor usando mecanismos termorreguladores para dissipar sua temperatura latente.

Apesar de outros fatores interferirem na composição final do leite, a alimentação tem um papel fundamental na produção e composição do leite, pois a absorção de nutrientes nos equinos precede as fermentações ceco-cólicas dos alimentos (DOREAU et al., 2002). A menor concentração dos nutrientes observados no LS reflete no menor teor de sólidos totais e, conseqüentemente, aumento da umidade em relação ao LC.

A época do ano em que o leite foi produzido influenciou na acidez e pH das amostras de leite. O leite obtido durante o período chuvoso foi mais ácido e, conseqüentemente, apresentou menor valor de pH ($p < 0,05$). É possível que a amostra LC tenha um conteúdo mais alto de caseína, fosfato, citrato e ácido láctico, que influencia para reduzir o pH (CHARFI et al., 2017). Resultados semelhantes para pH e acidez foram observados Nayak et al. (2020), que observaram valores de pH na faixa de 7,10-7,28 e acidez na faixa de 0,04-0,05 % em amostras de leite asinino da raça cinza indiana.

Cor instrumental

Em relação a avaliação colorimétrica pelo sistema CIELAB, o valor de L^* , que varia de 100 para superfícies perfeitamente brancas até 0 para o preto, foi superior ($p < 0,05$) para LC, indicando que esta amostra foi mais clara que o leite obtido na época seca, pois o L^* expressa a luminosidade ou claridade da amostra (Tabela 3).

De acordo com Chudy et al. (2020), a cor natural do leite deve-se à dois aspectos principais: a reflexão da luz pelos glóbulos de gordura dispersos, caseinato de cálcio e fosfato de cálcio e também pela presença de pigmentos, que podem ser de duas classes, solúveis em água e solúveis em gordura. Existe uma relação entre a quantidade de gordura do leite e o tamanho do glóbulo de gordura.

Quanto maior a síntese de gordura, menor quantidade de membrana celular epitelial mamária disponível para envolver os glóbulos de gordura do leite, resultando na secreção de glóbulos maiores (MARTINI et al., 2016). Esses glóbulos podem refletir a luz, resultado em cor mais clara no leite LC, que teve maior quantidade de gordura em comparação ao leite LS.

Tabela 3. Cor instrumental (média \pm DP) das amostras de leite asinino produzido em diferentes épocas do ano.

Parâmetros	Época seca	Época chuvosa
L*	59,50 ^b \pm 1,00	65,90 ^a \pm 3,30
a*	-0,63 ^a \pm 0,06	-0,77 ^a \pm 0,32
b*	7,17 ^b \pm 0,12	9,82 ^a \pm 0,43
c*	6,63 ^b \pm 0,55	9,88 ^a \pm 0,58
h*	95,50 ^a \pm 2,45	95,07 ^a \pm 0,33

*Média de três repetições. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

Quanto às coordenadas de cromaticidade (-a* e b*), foi possível observar diferença entre as amostras ($p < 0,05$) para o parâmetro b*, que varia de amarelo (+) a azul (-). Uma vez que os resultados foram positivos para este parâmetro para ambas as amostras de leite, observa-se a tendência à coloração amarela, porém o leite da época chuvosa (LC) foi mais amarelado que o leite da época seca. Estes resultados podem ser explicados devido à maior disponibilidade, variedade, mudanças no estágio de desenvolvimento das plantas e qualidade nutritiva das plantas consumidas pelos animais na época chuvosa. Isto porque, pigmentos lipossolúveis, como os carotenoides, que conferem aos produtos lácteos um tom amarelo, passam para o leite a partir da alimentação do animal, pois eles são sintetizados em plantas, como gramíneas verdes, feno de cenoura e milho (CHUDY et al., 2020).

Não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) entre as amostras para a coordenada a*, porém, como esta foi negativa, indica tendência à coloração verde. Este fato pode ser explicado pela presença de pigmento solúvel em água, que confere uma cor amarela com fluorescência verde ao soro do leite, chamado de lactoflavina, riboflavina ou vitamina B2 (CHUDY et al., 2020) e, sendo o leite asinino um leite com menor teor de sólidos quando comparado ao leite bovino e caprino, ele tem mais soro e mais umidade, refletindo na coloração mais esverdeada. Assim, as amostras de leite apresentaram luminosidade (L*) intermediária, com predomínio do componente amarelo (b*) e do componente verde (-a*), sugerindo que a cor amarelo esverdeada contribuiu mais para a cor final das amostras em ambos os períodos analisados.

O espaço de cor L*c*h, semelhante ao CIELab, L* indica luminosidade, c* representa a saturação, e h é o ângulo de tonalidade. Foram observadas diferenças entre as amostras em relação ao índice de saturação c*. Neste espaço de cor, o valor de saturação c*, representa a distância do eixo de luminosidade (L*) e inicia em zero no centro. Quanto maior o croma maior a saturação das cores perceptíveis aos humanos (PATHARE et al., 2013).

Os valores das amostras foram de 6,63 e 9,98, indicando baixa saturação, porém o leite da época chuvosa teve saturação superior ($p < 0,05$) ao da época seca. O ângulo de tonalidade, que começa no eixo +a* (vermelho) e se movimenta em sentido anti-horário, é expresso em graus, e os valores observados ($95,50^\circ$ e $95,07^\circ$) indicam tendência à cor amarela, pois está próxima aos 90° , que é amarelo (+b*).

Perfil de ácidos graxos

O perfil de ácidos graxos do leite asinino produzido na estação seca (LS) e chuvosa (LC) podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos (média* \pm DP) do leite asinino produzido em diferentes épocas do ano.

(continua)

Ácido graxo (%)	Época seca	Época chuvosa
C4:0	7,00 ^a \pm 1,73	1,24 ^b \pm 0,04
C6:0	0,61 ^a \pm 0,01	0,31 ^b \pm 0,16
C8:0	2,62 ^a \pm 0,37	2,15 ^a \pm 0,22
C10:0	8,63 ^a \pm 1,49	5,33 ^b \pm 0,44
C12:0	11,36 ^a \pm 6,26	4,52 ^b \pm 0,11
C14:0	10,84 ^a \pm 5,92	4,32 ^b \pm 0,20
C16:0	27,14 ^a \pm 2,15	26,37 ^a \pm 0,41

Tabela 5. Perfil de ácidos graxos (média* ± DP) do leite asinino produzido em diferentes épocas do ano.

(conclusão)

C16:1n7	7,87^b ± 2,27	10,42^a ± 0,32
C18:0	1,97 ^a ± 0,17	1,70 ^b ± 0,07
C18:1n9cis	18,96 ^b ± 4,46	35,50 ^a ± 0,49
C18:2n6cis	4,83 ^b ± 1,33	6,63 ^a ± 0,19
C20:1n9cis	2,79 ^a ± 0,01	2,76 ^a ± 0,05
AGS	70,16 ^a ± 6,98	45,93 ^b ± 0,93
AGMI	29,62 ^b ± 6,73	48,68 ^a ± 0,78
AGPI	4,83 ^b ± 1,33	6,63 ^a ± 0,19
IA	3,12 ^a ± 1,01	0,87 ^b ± 0,03

*Média de três repetições. AGS: Ácidos graxos saturados. AGMI: Ácidos graxos monoinsaturados. AGPI: Ácidos graxos poli-insaturados. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

Conforme pode ser observado na Tabela 4, a época do ano influenciou no perfil de ácidos graxos do leite, visto que a amostra LS apresentou maiores ($p < 0,05$) teores de ácidos graxos saturados (C4:0 a C18:0), e menor conteúdo de ácidos graxos mono e insaturados. Dentre os ácidos graxos saturados, o mais presente em ambas as amostras, foi o ácido palmítico (C16:0), que é o ácido mais abundante em leite e derivados. O ácido capríco (C6:0) foi observado em menor quantidade em LS e LC. Em relação ao ácido esteárico (C18:0), Martini et al. (2015) também observaram percentuais significativamente menores de C18:0 no leite asinino do inverno italiano, quando comparado ao leite obtido nas outras estações.

São poucos os estudos sobre o efeito da estação no perfil de ácidos graxos do leite de jumenta. Durante o a época chuvosa, foram observados maiores teores de ácido oleico (C18:1n9), linoleico (C18:2n6) e eicosenoico (C20:1n9). Resultados semelhantes foram observados por Martini et al. (2015), que afirmam que os ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados têm efeitos benéficos para a saúde humana, ao influenciar na redução de colesterol e triglicerídeos em comparação com os ácidos graxos saturados.

Atividade antioxidante DPPH

A atividade antioxidante das amostras de leite variou entre 76,83 e 77,91 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$. Não foram observadas diferenças entre as amostras ($p < 0,05$).

Tabela 6. Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH das amostras de leite asinino.

Parâmetros	Época seca	Época chuvosa
Atividade antioxidante ($\mu\text{mol Trolox por } 100\text{ g}$)	76,83 ^a \pm 10,58	77,91 ^a \pm 8,69

*Média de três repetições. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

Li et al. (2018) observaram valores de 23,56% na taxa de eliminação de radicais DPPH em leite asinino da China. Os radicais livres produzidos pelo metabolismo corporal, tem capacidades de oxidação muito fortes e, a capacidade de remover o OH é um índice importante para a detecção de atividade antioxidante frente a esses radicais livres (LI et al., 2018). É importante o consumo de alimentos que auxiliem no controle do estresse oxidativo, para reduzir o risco de aparecimento e desenvolvimento de doenças crônicas, como câncer, diabetes, Alzheimer e Parkinson (BARACÉ et al., 2017).

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, constatou-se então que a época do ano influenciou a qualidade nutricional do leite asinino, porém não influenciou a atividade antioxidante. O leite obtido na estação chuvosa teve menos umidade, maiores conteúdos de proteína, gordura e lactose, ácidos graxos insaturados e também foi mais claro e mais amarelado do que o Leite da época seca.

Portanto, é importante conhecer as mudanças que ocorrem no leite asinino sob influência da época do ano, pois isso pode auxiliar os criadores no melhor planejamento do manejo produtivo, para obtenção de leites com boa qualidade nutricional e com composição mais estável para o mercado consumidor.

Perspectivas

Com o desenvolvimento desse projeto, espera-se preencher lacunas ainda inexistentes na literatura científica sobre o potencial nutricional e bioativo do leite asinino produzido na região semiárida do Nordeste brasileiro, sob influência da época do ano. Além disso, tem-se a perspectiva de aprofundamento científico e valorização do leite asinino produzido por raças e ecótipos brasileiros e paraibanos, por meio da identificação da composição e perfil de seus nutrientes. O tema é inovador, por falta de dados com leite brasileiro, espera-se a valorização da atividade da asininocultura, e a agregação de valor ao leite, ampliando suas possibilidades de mercado e, conseqüentemente, auxiliando na promoção da sustentabilidade da atividade.

REFERÊNCIAS

- AGRICULTURA (FAO). Organização das Nações Unidas para a Alimentação. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/Q/QA/E>>. Acesso em: 24-de maio de 2022.
- AOAC (2012). **Official methods of analysis (19th ed.)**. Gaithersburg, MD: AOAC Intl.
- APHA (2001). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods** (4th ed.) Washington, DC: American Public Health Association.
- ARY, J. C. A. FNE e o Semiárido: Da Obrigação à Otimização. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 44, p. 199-212, 2013.
- ASPRI, M.; ECONOMOU, N.; PAPADEMAS, P. Donkey milk: An overview on functionality, technology and future prospects. **Food Reviews International**, v. 33, p. 316-333, 2017.
- AYO, J. O., OLAIFA, F. H.; AKE, A. S. Physiological responses of donkeys (*Equus asinus*, *Perissodactyla*) to work stress and potential ameliorative role of ascorbic acid. **African Journal of Biotechnology**, v. 12, n.14, p. 1585-1593, 2013.
- BARAC, M.; PEŠIĆ, M.; VUČIĆ, T.; VASIĆ, M.; SMILJANIĆ, M. Bijeli sirevi u salamuri kao potencijalni izvor bioaktivnih peptida. **Mljekarstvo**, v. 67, n. 1, p. 3-16, 2017.
- BOMFIM, M. A. D.; QUEIROGA, R. D. C.; AGUILA, M. B.; MEDEIROS, M. D. C.; FISBERG, M., RODRIGUES, M. T.; LANNA, D. P. D. Abordagem multidisciplinar de P, D & I para o desenvolvimento de produto lácteo caprino com alto teor de CLA e alegação de propriedade funcional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 98-106, 2011.

- BONANNO, A.; TORNAMBÈ, G.; BELLINA, V.; DE PASQUALE, C.; MAZZA, F.; MANIACI, G.; DI GRIGOLI, A. EFFECT of farming system and cheesemaking technology on the physicochemical characteristics, fatty acid profile, and sensory properties of Caciocavallo Palermitano cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p.710-724, 2013.
- CHILLIARD, Y.; GLASSER, F.; FERLAY, A.; BERNARD, L.; ROUEL, J.; DOREAU, M. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. **European Journal of Lipid Science Technology**, v. 109, p.828-855, 2007.
- CHION, A.R. et al. Variation of fatty acid and terpene profiles in mountain milk and “Toma piemontese” cheese as affected by diet composition in different seasons. **Food Chemistry**, v. 121, p. 393-399, 2010.
- CIE – Comission International de l’Éclairage. **Colorimetry**. Vienna: CIE publication, 2 ed, 1996.
- CLAEYS, W. L.; VERRAES, C.; CARDOEN, S.; DE BLOCK, J.; HUYGHEBAERT, A.; RAES, K.; HERMAN, L. Consumption of raw or heated milk from different species: an evaluation of the nutritional and potential health benefits. **Food Control**, v. 42, p. 188- 201, 2014.
- COPPA, M.; MARTIN, B.; PRADEL, P.; LEOTTA, B.; PRIOLO, A.; VASTA, V. Effect of a hay-based or different upland grazing systems on milk volatile compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 4947-4954, 2011b.
- COSENTINO C.; PAOLINO R.; MUSTO M.; FRESCHI P. Innovative Use of Jenny Milk from Sustainable Rearing. **The Sustainability of Agro-Food and Natural Resource Systems in the Mediterranean Basin**, p.113-32, 2015.
- COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. D. C. R.; PEREIRA, R. A. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 307-321, 2009.
- COUTO, S. K. A.; SOUSA, B. B. D.; SILVA, A. M. D. A.; BENÍCIO, T. M. A.; SANTOS, J. R. S. D. Degradabilidade in situ do rolão e farelo de milho em caprinos e ovinos deslanados mantidos em sombra natural e artificial no semiárido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p.1415-1423, 2009.
- CUNSOLO, V.; SALETTI, R.; MUCCILLI, V.; GALLINA, S.; DI FRANCESCO, A.; FOTI, S. Proteins and bioactive peptides from donkey milk: The molecular basis for its reduced allergenic properties. **Food Research International**, v. 99, n. 1, p. 41-57, 2017.
- D’ALESSANDRO, A. G.; MARTEMUCCI, G. Lactation curve and effects of milking regimen on milk yield and quality, and udder health in Martina Franca jennies (Equus asinus). **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 2, p. 669-681, 2012.
- DANTAS, A. F.; PEREIRA FILHO, J. M.; SILVA, A. M. D. A.; SANTOS, E. M. D., SOUSA, B. B. D.; CÉZAR, M. F. Características da carcaça de ovinos Santa Inês terminados em pastejo e submetidos a diferentes níveis de suplementação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 1280-1286, 2008.
- DOREAU M.; GAILLARD J. L.; CHOBERT J. M.; LÉONIL J. Composition of mare and donkey milk fatty acids and proteins and consequences on milk utilization, in **Proceedings of**

the Fourth Meeting New Findings in Equine Practice, ed. by W Martin-Rosset, N Miraglia.

FEDELE, V.; RUBINO, R.; CLAPS, S.; SEPE, L.; MORONE, G. Seasonal evolution of volatile compounds content and aromatic profile in milk and cheese from grazing goat. **Small Ruminant Research**, v. 59, p. 273-279, 2005.

FERREIRA, M. D. A.; SILVA, F. M. D.; BISPO, S. V.; AZEVEDO, M. D. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semiárido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 322-329, 2009.

GOETSCH, A. L.; ZENG, S. S.; GIPSON, T. A. Factors that affecting goat milk production and quality. **Small Ruminant Research**, v. 101, p. 55-63, 2011.

IVANKOVIĆ, A.; RAMLJAK, J.; ŠTULINA, I.; ANTUNAC, N.; BAŠIĆ, I.; KELAVA, N.; KONJAČIĆ, M. Characteristics of the lactation, chemical composition milk hygiene quality of the Littoral-Dinaric ass. **Mljekarstvo**, v. 59, n. 2, p. 107-113, 2009.

LI, L.; LIU, X.; GUO, H. The nutritional ingredients and antioxidant activity of donkey milk and donkey milk powder. *Food Sci Biotechnol.*, v. 27, n. 2, p. 393-400, 2018.

MARTINI, M.; SALARI, F.; ALTOMONTE, I. The macrostructure of milk lipids: the fat globules. *Crit. Rev. Food Sci. Crit Rev Food Sci Nutr.* 2016 May 18;56(7):1209-21.

SALIMEI, D.; PILLA BERGERO. **Università degli Studi del Molise**, Campobasso, pp. 51-71 (2002)

CHUDY, S.; BILSKA, A.; KOWALSKI, R.; TEICHERT, J. O. A. N. N. A. Colour of milk and milk products in CIE L*a*b* space. **Med. Weter.**, 76 (2), 77-81, 2020.

AVALIAÇÃO FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA E CENTESIMAL DE AMIDOS DE FONTES NÃO-TRADICIONAIS COM POTENCIAL PARA RECOBRIMENTOS COMESTÍVEIS

Maria Clara Teixeira de Barros¹ (Maria Clara De-Barros). Diego Eduardo da Silva²
Normando Mendes Ribeiro Filho² Adriana Ferreira dos Santos³

RESUMO

O amido é uma matéria-prima biodegradável e não tóxica que pode ser extraído por meio de processos relativamente simples. Objetivou-se avaliar física e físico-química os amidos de diferentes fontes e o seu potencial na aplicação como recobrimentos. As matérias-primas para extração foram: inhame, fruta-pão, batata doce branca, sementes do abacate, de jaca, de pitomba e de jambo. Os amidos foram submetidos a análises físicas e físico-químicas. O delineamento realizado foi o inteiramente casualizado. Verificou-se que os Tratamentos 3 (amido de batata) e 7 (amido das sementes de jambo) apresentaram os maiores valores para o parâmetro cor L*, representando boa luminosidade, considerado com boa transparência. Os amidos das sementes de jambo e abacate apresentaram boas características físicas, com potencial para a indústria de processamento. Conclui-se que, os amidos de inhame, batata-doce, sementes do abacate e jambo podem ser considerados boas fontes para produtos amiláceos baseadas nos valores de rendimentos e de amido e com potencialidade para recobrimentos comestíveis.

Palavras-chaves: féculas. Resíduos. Caracterização. polímeros biodegradáveis.

¹mariaclara.barros1999@gmail.com

²diegoeduardo018@gmail.com

²normandofilho@cca.ufpb.br

³adrefesantos@yahoo.com.br, EXTRAÇÃO DE DIFERENTES AMIDOS DE FONTES NÃO TRADICIONAIS E APLICAÇÃO COMO RECOBRIMENTOS EM GOIABAS 'PALUMA'/AVALIAÇÃO FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA E CENTESIMAL DE AMIDOS DE FONTES NÃO-TRADICIONAIS COM POTENCIAL PARA RECOBRIMENTOS COMESTÍVEIS, Contatos: 3049-4512 e e-mail: dser@cca.ufpb.br.

APRESENTAÇÃO

Os maiores constituintes dos carboidratos encontrados nas sementes, nos frutos e nos tubérculos e é o amido; sendo um polissacarídeo amplamente disponível nos vegetais que entre suas propriedades importantes destaca-se várias aplicações na indústria de alimentos, farmacêutica, biomédica e de polímeros. (MANIGLIA; TAPIA-BLÁCIDO, 2016).

Várias fontes alternativas de extração de amido que substituam as fontes tradicionalmente utilizadas vêm sendo avaliadas, na tentativa de encontrar amidos adequados para aplicações específicas em produtos vegetais que são consumidos comumente. Entre algumas fontes podem ser citados o inhame, o fruta-pão, a batata-doce, as sementes de jaca, de abacate, de pitomba, de jambo.

O inhame (*Dioscorea alata* L.) apresenta ótimas qualidades, diante de suas propriedades físico-químicas, o amido de inhame apresenta-se como boa fonte para a produção de recobrimentos comestíveis com grande potencial de aplicação na indústria de alimentos, com a vantagem de serem biodegradáveis (LAN et al., 2015).

O Fruta-pão (*Artocarpus altilis*) apresenta polpa rica em calorias, carboidratos, água, vitaminas B1, B2, C, cálcio, fósforo, ferro e tem baixo teor de gorduras, podendo ser aproveitada tanto *in natura*, bem como fonte para extração de amido (SEAGRI, 2009).

A batata-doce (*Ipomoea batatas* *Talisia esculenta*, L.), é uma raiz muito rica em carboidratos, sendo o amido o mais abundante deles. A batata doce é composta por 50% – 70% de amido com 34% de amilose e 76% de amilopectina (KOUROUMA et al., 2020).

A jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.) é uma fruta que gera uma grande quantidade de resíduos, incluindo as sementes. As sementes da jaca, subprodutos do fruto, podem ser uma fonte alternativa de amido, baseado em resultados onde encontraram 94,5% de amido em sementes de jacas duras (MADRUGA et al., 2014).

O abacate (*Persea americana* L.), após o processamento do abacate o seu caroço corresponde a aproximadamente a 12% da massa total do fruto e com elevada concentração em polissacarídeos como o amido (DALLE et al., 2016).

O endocarpo da pitomba (*Talisia esculenta*, L.) fruto exótico brasileiro e bastante apreciado no Norte e Nordeste do país. O baixo rendimento da polpa de pitomba

acompanhado da dificuldade de remoção em frutos maduros, tornam restrito o seu aproveitamento, no entanto, sua semente representa cerca de 50% do peso total do fruto; sendo uma alternativa a extração do amido (AFOLABI et al., 2012).

O Jambo vermelho (*Syzygium malaccensis*, L.) pode ser consumido in natura, em forma de compotas, doce em massa, geleias, licores e aguardente e ainda pode ser utilizado para a produção de corante e antioxidante natural para uso em vários segmentos da indústria, resultando desta forma resíduos como as sementes (TAVARES et al., 2002).

Diante do exposto, o estudo e desenvolvimento de técnicas acessíveis e mais convenientes, que possam manter a qualidade nutricional, funcional, sensorial e a segurança dos frutos durante a vida pós-colheita devem analisadas. Sabendo-se que, a produção de alguns vegetais acaba resultando resíduos provenientes do seu consumo e processamento industrial e alguns destes resíduos como as sementes tem potencialidades como fontes de amido, mas precisa-se avaliar a sua composição e quais seriam suas aplicações dentro do contexto agroindustrial. Outros polissacarídeos que não produzem resíduos especificamente, mas também apresentam potencialidades na produção de polissacarídeos ricos em amido e que apresentam características específicas como os recobrimentos.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade de amidos de diferentes fontes não tradicionais e a sua potencialidade na aplicação como recobrimentos. Extrair e caracterizar os amidos de fontes não tradicionais como: inhame, fruta pão, batata doce branca, sementes de abacate, de jaca dura, de pitomba e de jambo vermelho. Identificar no mínimo quatro fontes de amidos baseadas no rendimento e teor de amido, com potencialidade para recobrimentos comestíveis.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os polímeros mais utilizados na formulação de filmes e recobrimentos são a base de proteínas, lipídeos e polissacarídeos (BALDWIN et al., 2011). Uma das principais propriedades do amido é a gelatinização, capacidade de tornar-se viscoso em água com o aumento da temperatura. As propriedades de pasta e térmicas de amidos podem ajudar a

determinar sua funcionalidade específica e, portanto, sua utilidade na indústria de alimentos.

O amido é formado por dois tipos de polímeros da glicose: amilose e amilopectina, a relação destes dois componentes varia de acordo com o tipo de amido, mas normalmente os amidos contêm entre 18 a 30% de amilose (LEHNINGER et al., 1995). O conteúdo de amilose no amido é uma propriedade muito importante quando se deseja preparar filmes. Quanto maior o teor de amilose melhor será a qualidade do filme formado (PETERSEN et al., 1999). Lawton (1996), em seus estudos observou que os filmes e revestimentos à base de amido apresentam diferentes propriedades e estas diferenças são atribuídas ao conteúdo de amilose no amido.

Várias fontes alternativas de extração de amido que substituam as fontes tradicionalmente utilizadas vêm sendo avaliadas, na tentativa de encontrar amidos adequados para aplicações específicas em produtos vegetais que são consumidos comumente. Entre algumas fontes podem ser citados o inhame, o fruta-pão, a batata-doce, as sementes de jaca, as sementes de abacate, as sementes de pitomba, as sementes de jambo.

Nas últimas décadas, muitas pesquisas têm sido conduzidas com o intuito de produzir plásticos biodegradáveis à base de amido, que possam substituir, ainda que parcialmente, os sintéticos. Com a biodegradabilidade, os polímeros podem ser consumidos pelos microrganismos e suas enzimas, presentes no solo, sob condições normais de umidade, temperatura e pressão e, assim, contribuir para a redução da poluição do meio ambiente (LIMA, 2004).

O uso do amido como matriz polimérica na produção de filmes biodegradáveis deve-se ao seu baixo custo, ser uma matéria prima renovável e, principalmente, às propriedades físico-químicas e funcionais da amilose para formar géis e na sua capacidade para formar filmes (YOUNG, 1984).

Os filmes biodegradáveis podem ser produzidos a partir de materiais renováveis (Petrikoski, 2013), como lipídios (óleos, cera de carnaúba, cera de abelha), polissacarídeos (celulose, pectina, féculas, amido e quitosana) e proteínas (caseína, gelatina e albumina) (CERQUEIRA, 2007).

O uso do amido pode ser uma interessante alternativa para filmes e revestimentos comestíveis devido ao seu fácil processamento, baixo custo, abundância, biodegradabilidade, comestibilidade e fácil manipulação (MALI et al., 2002).

O amido é um dos polissacarídeos mais importantes e abundantes na natureza e tem sido objeto de numerosas investigações que reportam, entre outras, sua capacidade para formar revestimentos para aplicação na indústria de alimentos (ARVANITTOYANNIS et al., 1998).

O amido do inhame (*Dioscorea alata* L.) apresenta ótimas qualidades, podendo ser amplamente empregado na indústria de produtos alimentícios, além de propriedades farmacológicas. Diante de suas propriedades físico-químicas, o amido de inhame apresenta-se como boa fonte para a produção de recobrimentos comestíveis com grande potencial de aplicação na indústria de alimentos, com a vantagem de serem biodegradáveis (DURANGO VILLADIEGO, 2004; LAN et al., 2015).

O Fruta-pão (*Artocarpus altilis*) apresenta polpa rica em calorias, carboidratos, água, vitaminas B1, B2, C, cálcio, fósforo, ferro e tem baixo teor de gorduras, podendo ser aproveitada tanto *in natura*, bem como fonte para extração de amido (SEAGRI, 2006).

A batata-doce (*Ipomoea batatas* *Talisia esculenta*, L.), é uma raiz muito rica em carboidratos, sendo o amido o mais abundante deles. A composição da fécula de batata-doce varia de acordo com a variedade, idade e condições de cultivo (FRANCO et al., 2002). A batata doce é composta por 50% – 70% de amido com 34% de amilose e 76% de amilopectina (KOUROUMA et al., 2020).

A jaca (*Artocarpus heterophyllus* L.) é uma fruta que gera uma grande quantidade de resíduos, incluindo as sementes. As sementes da jaca, subprodutos do fruto, são nutritivas, bastante saborosas e usadas na alimentação humana, podendo ser consumidas cozidas, torradas em forno ou assadas à brasa (Silva et al., 2007), as sementes de jaca podem ser uma fonte alternativa de amido, baseado em resultados onde encontraram 94,5% de amido em sementes de jacas duras (MADRUGA et al., 2014).

O abacate (*Persea americana* L.), após o processamento do abacate o seu caroço corresponde a aproximadamente a 12% da massa total do fruto (López-Cobo et al., 2016) e com elevada concentração em polissacarídeos como o amido (DALLE et al., 2016).

O endocarpo da pitomba (*Talisia esculenta*, L.) compõe metade do peso total deste fruto exótico brasileiro e bastante apreciado no Norte e Nordeste do país. O baixo rendimento da polpa de pitomba acompanhado da dificuldade de remoção em frutos maduros, tornam restrito o seu aproveitamento, no entanto, sua semente representa cerca de 50% do peso total do fruto; sendo uma alternativa a extração do amido (AFOLABI et al., 2012).

O Jambo vermelho (*Syzygium malaccensis*, L.) pode ser consumido in natura, em forma de compotas, doce em massa, geleias, licores e aguardente e ainda pode ser utilizado para a produção de corante e antioxidante natural para uso em vários segmentos da indústria, resultando desta forma resíduos como as sementes (TAVARES et al., 2002).

O uso de recobrimentos comestíveis a base de amidos criará uma barreira que permitirá o aumento e o tempo de prateleira de produtos submetidos a esse processo, que aliado a etapas de processamentos e armazenamento realizada de forma eficiente, manterá a qualidade dos frutos por um tempo, além de que os constituintes e/ou as propriedades funcionais dos amidos podem contribuir de forma positiva quando adicionados aos frutos. Vários estudos relatam que o amido pode desempenhar diversas funções específicas (SILVA et al., 2013), fazendo-se necessário, que estudos de fontes alternativas de extração de amido possam ser avaliados quanto as suas potencialidades em relação as fontes tradicionalmente utilizadas ou ainda na tentativa de encontrar amidos adequados para aplicações específicas (PASCOAL et al., 2013; MELO NETO et al., 2015; ZHOU et al., 2016).

METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido no Departamento de Solos e Engenharia Rural (DSER), Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal da UFPB (UFPB), em Areia-PB, o experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Produtos Agropecuários (LTPA).

As matérias-primas usadas para extração dos amidos não-tradicionais, como: inhame Cará da costa (*Dioscorea alata* L.), fruta-pão (*Artocarpus altilis* L.), batata doce branca (*Ipomoea batatas* L.), sementes do abacate (*Persea americana* L.), sementes da jaca

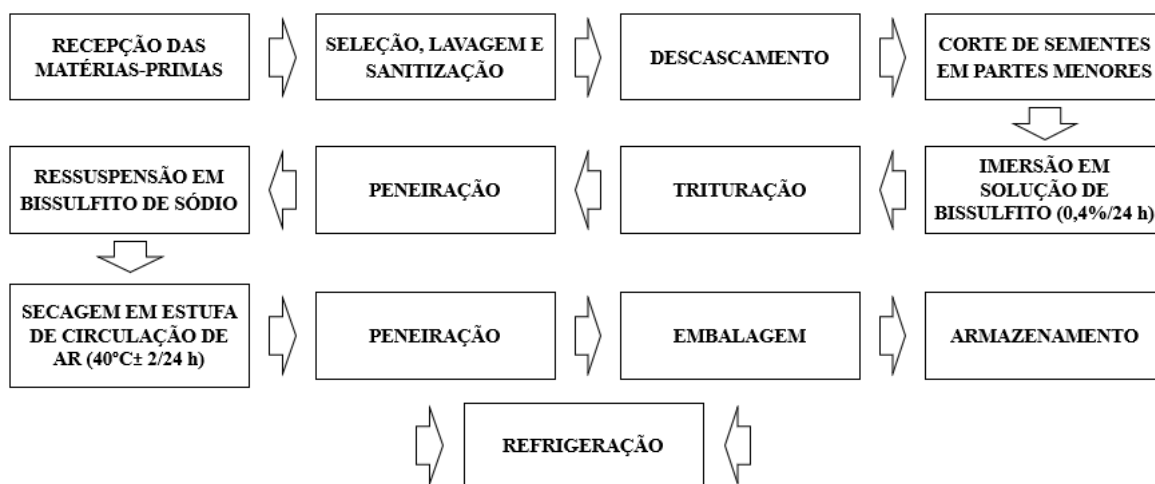
dura (*Artocarpus heterophyllus* L.), semente da pitomba (*Talisia esculenta*, L.) e sementes do jambo vermelho (*Syzygium malaccensis*, L.), foram adquiridas na região do brejo Paraibano, especificamente na zona rural do município de Areia e colhidas no estado de maturidade horticultural, no entanto, os inhames e as batatas doces foram adquiridos na Empresa Paraibana e Serviços Agrícolas, CG (EMPASA). Foram selecionados quanto à uniformidade de maturação, ausência de danos e doenças e em seguida transportados ao Laboratório Tecnologia de Produtos de Agropecuários (LTPA/CCA/UFPB), onde foram lavadas, higienizados e sanitizados para a posterior descasque, retiradas das sementes e procedimentos de extração do amido.

Extração das fontes de amidos não-tradicionais

A extração dos amidos foi efetuada conforme Loos; Hood; Graham (1981) com adaptação. No Laboratório de Tecnologia de Produtos Agropecuários as matérias-primas e os resíduos submetidos para a extração do amido foram submetidos a uma lavagem e limpos com auxílio de escovas de cerdas suaves para remoção de sujidades advindas do mercado ou do campo. Em seguida, foram submetidos ao descasque manualmente com uso de facas de lâminas de aço inoxidável. Após descascados, os inhames, as batatas doces, os frutos-pão foram cortados em rodela e as sementes foram partidas em quatro partes iguais. As matérias-primas/resíduos foram deixadas em imersão durante 24 horas em solução bissulfito de sódio (0,4%) sob refrigeração (4 ± 2 °C) para aumentar a recuperação de amido devido ao amolecimento da matriz de proteína e paredes celulares facilitando a ruptura e liberação do mesmo durante a trituração e também controlar a atividade enzimática e o crescimento microbológico. Posteriormente, os amidos foram extraídos pela trituração da matéria-prima com bissulfito de sódio em um liquidificador em baixa velocidade por 30 min. Após a homogeneização, a mistura foi peneirada em malha de 200 mesh, (0,074 mm). Em seguida, foram feitas duas decantações por 24 horas com resuspensão em bissulfito de sódio, sendo o sobrenadante descartado. O resíduo branco de amido foi espalhado em uma bandeja e seco em estufa de circulação de ar ($45^{\circ}\text{C} \pm 2 / 24\text{h}$) tempo necessário para atingir umidade entre 12 e 13%, e por fim, foi peneirado em peneira granulométrica (0,074 mm), ficando na forma de pó e guardado em recipiente seco (sacos metalizados) e limpo sob refrigeração até a utilização para as avaliações (Figura 1).

Os amidos extraídos foram submetidos as avaliações físicas e físico-químicas: cor L^* , a^* , b^* , C^* e H^* , Rendimento, Umidade, Atividade de água, resíduo mineral fixo, densidade aparente, densidade compactada, índice de compressibilidade, higroscopicidade, molhabilidade, proteínas, carboidratos, açúcares solúveis totais e amido total.

Figura 1. Processo de extração do amido.



Fonte: Adaptado de Loos et al., (1981).

Avaliações realizadas

Cor (L^* , a^* , b^* , c^* e H^*) - A cor foi analisada mediante leitura direta da amostra em colorímetro Minolta (CR300, Tokyo) operando no sistema CIELab. Sendo L^* a luminosidade, variando de 0 (preto) para 100 (branco); a^* a intensidade da cor vermelha, que varia de verde (-60) a vermelho (+60); b^* a intensidade da cor amarela, que varia de azul (-60) a amarelo (+60); o croma (C^*) expressa a saturação ou intensidade da cor, enquanto o ângulo de matiz (h°) indica a cor observável e é definido como iniciando no eixo $+a^*$, em graus, em que 0° é $+a^*$ (vermelho), 90° é $+b^*$ (amarelo), 180° é $-a^*$ (verde), e 270° é $-b^*$ (azul) (GAYA; FERRAZ, 2006). Foram realizadas 3 leituras de cada repetição, sendo 6 repetições por amostra. saturação e ângulo de cor.

Índice de cor (IC) que indica o grau de variação do verde para o amarelo foi calculado conforme Motta et al., (2015).

Rendimento (%/100g⁻¹ amostra) - O rendimento da extração foi calculado com base na quantidade de amido extraído comparado ao peso da matéria-prima utilizada em relação a 100 gramas da amostra;

Teor de Água (TA, %) - Foi determinada por meio de secagem em estufa a 105°C até obtenção do peso constante de acordo com a metodologia estabelecida pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Atividade de água (Aw, %) - A atividade de água do fruto será determinada utilizando-se o equipamento Aqualab CX-2T, Decagon a 25 °C.

Resíduo mineral fixo (%): A metodologia utilizada para resíduo mineral foi por incineração direta em mufla a 550 °C após a carbonização da matéria orgânica (IAL, 2008). Foram pesados 5 g da amostra em uma cápsula e previamente aquecida em mufla 550°C até incineração total. Foi realizado o resfriamento em dessecador por 40 minutos e em seguida pesado.

Densidade aparente (Da, g.100⁻¹g do produto): O ensaio para determinação da densidade aparente das partículas em pó seguiu a metodologia proposta por Hahne (2001) citada em Birchall (2003), em duas condições específicas: a de empacotamento livre e a de compactação máxima, onde cerca de 20 g da amostra foi transferida para o interior de uma proveta de polipropileno de 250 mL e registrado o volume ocupado pela massa de pó depositada, obtendo-se a densidade aparente deste leite expandido (ρ_{apmin}).

Densidade compactada (Dc, g.100⁻¹g do produto): - Para a determinação da densidade compactada, será pesado uma massa de amido até completar uma proveta graduada de 10 mL. A densidade compactada foi determinada a partir da massa do pó contida na proveta depois de ser batida manualmente 50 vezes sobre a superfície de bancada a uma altura de 10 cm (TONON et al., 2013).

Higroscopicidade (%) – Pesou-se 1 g de cada amostra, as quais, individualmente foram depositadas em placas de Petri e acondicionadas em dessecador contendo uma solução saturada de NaCl com umidade relativa em torno de 75%. A análise foi realizada até a obtenção de peso constante. Os resultados foram expressos como g de umidade adsorvida por 100 g de produto em pó (CANO-CHAUCA et al., 2005).

Molhabilidade (g.min⁻¹): Utilizou-se o Método de Schubert (1993), pesando 1 g da amostra e colocando em becker de 250 mL contendo 100 mL de água destilada a

temperatura ambiente. Mediu-se o tempo necessário para o desaparecimento do pó da superfície do líquido em repouso.

Índice de compressibilidade (Ic, %): O índice de compressibilidade é um método simples para avaliar indiretamente as propriedades de fluxo de pós através da comparação da densidade aparente (ρ_a) e da densidade compactada (ρ_c) do pó.

Açúcares Solúveis Totais (AST, g.100⁻¹ g): Foi realizada através do método Lane-Enyon, o qual é comumente utilizado para determinar a quantidade de açúcares redutores, não redutores e totais (IAL, 2008).

Teor de amido (%): foi seguido o método do Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA), com adaptações.

Proteínas (Prot., %): foi determinado pelo Método de Kjeldahl, o qual se baseia na destruição da matéria orgânica seguida de destilação, sendo o nitrogênio dosado por titulação, e utilizou-se o fator de conversão genérico 5,83 para transformação do teor quantificado em proteína segundo o método descrito pelo IAL (2008).

Carboidratos (Carb., %): o teor de carboidratos foi calculado pela diferença entre 100 e a soma das percentagens de umidade, proteína, lipídios e cinzas (BRASIL, 2011).

Delineamento Experimental e Análise Estatística

O experimento foi instalado em um delineamento inteiramente casualizado. Foi representado pela avaliação de 7 fontes de amido (Tratamentos), com 4 repetições de amido para cada avaliação realizada. Os resultados foram apresentados em tabelas com as respectivas médias e desvios-padrão (DP) de cada variável estudada. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias serão comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. A análise estatística será realizada utilizando o programa computacional SISVAR, versão 5.7 (SILVA; AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os valores para rendimento encontrados no presente trabalho podemos dizer que foram detectados percentuais para o Trat 1 (amido de inhame) de 15,383%; Trat. 2 (amido de fruta pão) de 22,303%; Trat. 3 (amido de batata doce branca)

de 20,263 %; Trat. 4 (amido de sementes de abacate) de 29,020%; Trat. 5 (amido semente de jaca dura) de 24,746%; Trat. 6 (amido semente de pitomba) de 11,295 % e Trat. 7 (amido semente de jambo vermelho) de 29,643 %. Verificando que os maiores valores para rendimento das amostras utilizadas na extração dos amidos foram verificados nos Tratamentos 4, 5 e 7, amido das sementes de abacate, jaca e jambo, respectivamente. Comparando os resultados de rendimento do presente trabalho com o rendimento de extração para os amidos de milhos de acordo com Paes et al (2010), as médias do rendimento de extração de amido variaram entre 36,48 % e 73,02 %, podendo ser encontrado baixos rendimentos que pode ser explicado pelo armazenamento por longos períodos que reduz o rendimento de extração do amido e devido à degradação do amido e as interações entre o amido e os outros componentes do grão. Desta forma, os Tratamentos que apresentaram os melhores rendimentos dentro das condições de extração podem ser consideradas como viáveis quando comparadas aos percentuais do amido de milho comercial.

A cor consiste em um parâmetro importante a ser avaliado porque está entre os fatores que influenciam na aceitação de um produto pelo consumidor. A partir da medida instrumental da cor é possível saber de forma objetiva a coloração apresentada por determinado produto. De acordo com os resultados obtidos na Tabela 1, verificou-se os parâmetros para cores L^* , a^* e b^* apresentaram efeito significativo entre os tratamentos avaliados ($p < 0,05$). A cor L^* representa a luminosidade (L^*) numa escala de 0 a 100 varia do preto (0) ao branco (100), é uma medida de cor sobre o eixo de luz-escuridão e a redução dos valores da luminosidade (L^*) indica que as amostras ficam mais escuras (Kara; Ercelebi, 2013), ou seja, os resultados comprovam que quanto maior o valor de L^* mais claro é o pó. Detectando que os Tratamentos 3 (amido de batata doce) e 7 (amido das sementes de jambo vermelho) apresentaram os maiores valores para L^* , representando boa luminosidade ou mais claros, próximo a coloração branca, podendo apresentarem com uma maior transparência caso sejam utilizados como recobrimentos, enquanto que os Tratamentos 4 (amido da semente de abacate) e 6 (amido da semente de pitomba) apresentaram valores mais baixos e dessa forma mais escuros.

Um fator que pode ter contribuído com essa menor luminosidade dos Tratamentos 4 e 6 é a umidade, esta apresentou um menor teor de água quando comparada aos outros tratamentos desta pesquisa, resultando em amidos um pouco mais concentrados ou por

características específicas da matéria-prima que foi extraída. O fator transparência se torna desejável, pois ao acondicionar algum alimento, o consumidor terá visualização do mesmo, por outro lado apresenta susceptibilidade a incidência luminosa, restringido assim a utilização desse filme para embalar alguns alimentos (BERTUZZI et al.,2007).

A coordenada a^* varia de vermelho (+a) ao verde (-a), o aumento nos valores de a^* indica intensificação da cor vermelha, em virtude da formação de compostos de coloração marrom (REIS et al., 2006) e valores menores e negativos, representa coloração verde. Como pode ser observado na Tabela 1 os amidos dos Tratamentos avaliados apresentam valores que tendem a intensificação para a cor vermelho, principalmente quando detectamos os maiores valores para a cor a^* no Tratamento 7 (amido da semente de jambo vermelho), demonstrando que neste tratamento a coloração vermelha é ainda mais forte do que nos demais tratamentos.

A coordenada de cromaticidade b^* indica tonalidades do amarelo (+b) ao azul (-b) pode variar de -50 (azul) a +70 (amarelo), os amidos dos tratamentos avaliados deste estudo estão numa faixa intermediária entre as duas cores, o que representaria uma tendência ao verde-amarelado, apresentando valores entre 13,033 (Trat 3) a 25,50 (Trat 5), dessa forma, verifica-se tendência maior para ao amarelo para as amostras analisadas. Nota-se que, houve uma predominância da intensidade de amarelo em relação à intensidade vermelho. (Tabela 1 e Figura 3).

Tabela 1. Valores médios de cor L^* , a^* e b^* em sete amidos extraídos de matérias-primas não tradicionais (Areia, PB, 2022).

Amostras de Amido	L^*	a^*	b^*
TRAT 1	32,133 ^b ± 2,51	0,633 ^e ± 0,38	15,533 ^c ± 1,70
TRAT 2	34,267 ^b ± 2,19	2,267 ^b ± 1,45	14,233 ^c ± 3,33
TRAT 3	43,000 ^a ± 4,57	1,367 ^d ± 0,76	13,033 ^d ± 1,10
TRAT 4	29,633 ^c ± 1,70	1,300 ^d ± 0,40	19,733 ^b ± 3,00
TRAT 5	35,033 ^b ± 6,67	1,967 ^c ± 1,55	25,500 ^a ± 6,07
TRAT 6	27,767 ^c ± 0,91	1,933 ^c ± 0,42	21,433 ^{ab} ± 1,89
TRAT 7	46,733 ^a ± 1,50	3,000 ^a ± 1,31	20,067 ^a ± 1,06

* Média ± desvio padrão. Tratamentos seguidos por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 2. Amidos obtidos da extração das matérias-primas/resíduos não-tradicionais.



Fonte: Autoria Própria, (2022).

* **Onde:** Trat. 1 (amido de inhame); Trat. 2 (amido de fruta pão); Trat. 3 (amido de batata doce branca); Trat. 4 (amido de sementes de abacate); Trat. 5 (amido semente de jaca dura); Trat. 6 (amido semente de pitomba); Trat. 7 (amido semente de jambo vermelho).

O valor de c^* indica a saturação, ou seja, a pureza ou intensidade da cor em relação ao branco determinadas pelas coordenadas a^* e b^* , onde verifica-se que a cromaticidade (c^*) aumentou significativamente ($p < 0,05$) não havendo diferença para os amidos dos Tratamentos 5, 6 e 7 apresentado os melhores valores para cor c^* , enquanto que, os tratamentos 1, 2 e 3 não diferiram entre si e apresentaram os menores valores (Tabela 2). Com isso constata-se, que os amidos 1, 2 e 3 apresentaram uma tendência a uma maior "palidez", maior tendência ao cinza. Quanto ao ângulo H, o ângulo de tonalidade dos amidos não diferiu significativamente estatisticamente entre si (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios de cor c^* e H^* em sete amidos extraídos de matérias-primas não tradicionais (Areia, PB, 2022)

Amostras de Amido	c^*	H^*
TRAT 1	15,533 ^c ± 1,704	87,66 ^a ± 1,58
TRAT 2	14,467 ^c ± 3,232	80,43 ^a ± 6,06
TRAT 3	14,467 ^c ± 1,058	84,13 ^a ± 3,17
TRAT 4	19,767 ^b ± 2,957	86,10 ^a ± 1,66
TRAT 5	25,767 ^a ± 6,058	84,76 ^a ± 5,07
TRAT 6	21,500 ^a ± 1,836	84,80 ^a ± 1,47
TRAT 7	20,233 ^{ab} ± 1,060	72,43 ^a ± 12,50

* Média ± desvio padrão. Tratamentos seguidos por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com os resultados obtidos na Tabela 3, verificou-se os percentuais de Umidade e Resíduo mineral fixo apresentaram efeito significativo entre os tratamentos avaliados ($p < 0,05$), enquanto que a A_w não foi estatisticamente significativa para os tratamentos de amidos avaliados no presente trabalho. Verificou-se que os Tratamentos 2, 3 e 7 apresentaram os maiores teores de umidade, 14,36 %, 14,15 % e 14,55 % respectivamente. Enquanto que, os Tratamentos 4 e 6 apresentaram os menores teores de água, estes valores encontrados garantem que os produtos poderão ser armazenados por um longo período de tempo. Estes valores se assemelham aos encontrados por Devos (2018) para umidade de amido de milho que ficou compreendida entre 12,36 %. De acordo com Park; Antônio (2006), a determinação do teor de água é fundamental no processo de secagem e está relacionada com a estabilidade, qualidade e composição do produto, podendo afetar desde seu processamento e fabricação de derivados à estocagem, por ser o principal fator para os processos biológicos. Apesar do incremento no teor de água para alguns Tratamentos, as amostras se encontram dentro dos requisitos específicos da ANVISA (2005), RDC 263 para farinhas, amido de cereais e farelos, onde o máximo permitido é 15,0% de água.

A atividade de água é um índice de grande importância para os alimentos desidratados devido à sua influência sobre a vida de prateleira do pó produzido. Verifica-

se na Tabela 3 que, a atividade de água (A_w) dos amidos não diferiram estatisticamente entre si. Os valores encontrados neste trabalho estão em concordância resultados de atividade de água, segundo Krist et al. (1999) possuem $A_w < 0,60$ para amido de milho. A faixa estabelecida para alimentos secos e estáveis do ponto de vista microbiológico, apresentam A_w inferior a 0,6 e teor de água menor que 25 %, faixa considerada mínima para o desenvolvimento de microrganismos (GAVA et al., 2008).

O teor de resíduo mineral fixo variou estatisticamente entre as amostras, sendo o Tratamento 2 o amido que com o maior valor de cinzas 1,11% e o Tratamento 3 e 4 os menores valores, 0,41% e 0,54, respectivamente. Esses valores conferem aos produtos um baixo conteúdo de minerais. Entretanto, os maiores valores detectados no presente trabalho encontram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação para farinha, amido, produtos desidratados onde o teor máximo de cinzas é de 1,4%, estando os valores obtidos para as amostras entre 0,67% e 1,35% (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios de Umidade (Um, %), Atividade água (A_w , %), Resíduo mineral fixo (RMF, %), em sete amidos extraídos de matérias-primas não tradicionais (Areia, PB, 2022)

Amostras de Amido	Umidade	A_w	Rmf
TRAT 1	12,49 ^{b*} ± 1,310	0,53 ^a ± 0,056	0,87 ^c ± 0,13
TRAT 2	14,36 ^a ± 0,103	0,67 ^a ± 0,075	1,11 ^a ± 0,02
TRAT 3	14,15 ^a ± 0,132	0,55 ^a ± 0,083	0,41 ^e ± 0,03
TRAT 4	11,95 ^{bc} ± 0,364	0,58 ^a ± 0,032	0,54 ^e ± 0,14
TRAT 5	12,24 ^b ± 0,242	0,58 ^a ± 0,098	0,79 ^d ± 0,06
TRAT 6	11,29 ^c ± 0,164	0,60 ^a ± 0,036	0,80 ^{cd} ± 0,13
TRAT 7	14,55 ^a ± 0,118	0,53 ^a ± 0,084	0,96 ^b ± 0,02

* Média ± desvio padrão. Tratamentos seguidos por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com os resultados obtidos na Tabela 4, verificou-se os valores de Densidade aparente (D_a , g.100⁻¹g), Densidade compactada (D_c , g.100⁻¹g), Índice de compressibilidade (I_c , %) apresentaram efeito significativo entre os tratamentos

avaliados ($p < 0,05$). Verificou-se que os Tratamentos 1, 2 e 7 apresentaram os maiores índices de densidade aparente 0,625, 0,556 e 0,541 $\text{g} \cdot 100^{-1} \text{g}$, respectivamente. Por outro lado, os Tratamentos 3 e 4 apresentaram uma menor de densidade aparente. Os pós que apresentam uma maior densidade aparente, granulometria mais fina e uma tendência a se compactar com facilidade apresentam uma maior dificuldade em absorver água, de acordo com Sousa (2009). Diante desta consideração, observou que os tratamentos analisados possuem baixo índice de absorção de água ou umidade do ambiente de forma direta, determinando assim maior vida de prateleira e menor índice de proliferação de microrganismos. Resultados semelhantes foram reportados por Medeiros; Lannes (2010) em seu estudo sobre as propriedades físicas de substitutos de cacau em pó verificou valores de densidade variando entre 0,49 e 0,69 g/mL . Vale salientar que, a análise de densidade aparente é importante pois, afeta principalmente o custo de embalagens e projetos industriais.

A densidade compactada apresentou valores 0,833, 0,742 e 0,769 $\text{g} \cdot 100^{-1} \text{g}$, respectivamente para os Tratamentos 1, 2 e 6. Resultados inferiores reportados por Lavoyer (2012) em seu estudo sobre a secagem do coco verde em leito de jorro os quais verificaram valores de densidade compactada variando entre 0,59 e 0,63 g/mL . Quanto mais pesado o material, mais facilmente este se acomoda nos espaços entre as partículas, ocupando menor volume e resultando, assim, em maior densidade.

O índice de compressibilidade (IC) foi significativo para os tratamentos avaliados a ($p < 0,05$), variando de 21,053 a 34,672 %, para os tratamentos 5 e 6, respectivamente. De acordo com Santhalakshmy et al. (2015) valores de índice de compressibilidade (IC) entre 15 - 20 % indicam boa fluidez; entre 20 - 35% pobre fluidez; entre 35 - 45 % fluidez ruim; e $\text{IC} > 45$ % fluidez muito ruim. Segundo esta classificação os amidos avaliados se encontram com pobre fluidez.

Tabela 4. Valores médios de Densidade aparente (Da, **g.100⁻¹g**), Densidade compactada (Dc, **g.100⁻¹g**), Índice de compressibilidade (Ic, %) em sete amidos extraídos de matérias-primas não tradicionais (Areia, PB, 2022)

Amostras de Amido	Da	Dc	Ic
TRAT 1	0,625 ^a ± 0,000	0,833 ^a ± 0,000	25,000 ^b ± 0,000
TRAT 2	0,556 ^{ab} ± 0,000	0,742 ^{ab} ± 0,027	25,000 ^b ± 2,778
TRAT 3	0,493 ^{bc} ± 0,002	0,667 ^b ± 0,000	26,107 ^b ± 0,364
TRAT 4	0,426 ^c ± 0,009	0,607 ^c ± 0,018	29,796 ^a ± 0,634
TRAT 5	0,527 ^b ± 0,000	0,668 ^{bc} ± 0,000	21,053 ^b ± 0,000
TRAT 6	0,503 ^b ± 0,003	0,769 ^a ± 0,000	34,672 ^a ± 0,328
TRAT 7	0,541 ^{ab} ± 0,015	0,715 ^b ± 0,000	24,287 ^b ± 2,047

* Média ± desvio padrão. Tratamentos seguidos por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 5 verificamos para os resultados de higroscopicidade que os valores encontrados para os tratamentos avaliados apresentaram significância entre si ($p \geq 0,05$), sendo o Tratamento 1 (amido de fruta pão) apresentando a maior higroscopicidade com 48,67 %, enquanto que a média dos demais tratamentos apresentaram higroscopicidade com 28,31%. De acordo com a classificação da GEA Niro Research Laboratory (2010) para soro em pó, podendo ser aplicado para outros produtos desidratados, como: farinhas, amidos, pode-se dizer que dos pós que apresentam higroscopicidade <10 % são classificados como não higroscópico, 10,1 a 15 % ligeiramente higroscópico, 15,1 a 20 % higroscópico, 20,1 a 25 % muito higroscópico e, >25 % extremamente higroscópico. Ou seja, os amidos avaliados de acordo com a Tabela 5 se encontram dentro da faixa muito higroscópico a extremamente higroscópico.

Quanto a taxa de molhabilidade, verificou-se que os resultados para os valores encontrados para os tratamentos avaliados apresentaram significância entre si ($p \geq 0,05$), observando que o Trat 3 (amido de batata doce branca) apresentou maior taxa de molhabilidade com 1,234 g.min⁻¹, ou seja, foi o tratamento que levou menos tempo para submergir, enquanto os Tratamentos 4 (amido de semente do abacate) e 6 (amido da semente de pitomba) apresentaram os menores taxas de molhabilidade (0,124 e 0,075 g.min⁻¹), respectivamente. A tendência de maior ou menor tempo para a amostra em pó

submergir pode ser justificada pela maior ou menor umidade e teor de lipídios do pó, que influencia na escoabilidade do mesmo.

De acordo com Schubert (1993), a reconstituição de um pó alimentício é conduzida em quatro etapas, não necessariamente sequenciais: penetração do líquido dentro da estrutura do poro por capilaridade (molhabilidade), imersão das partículas ou porções do pó dentro do líquido (imersibilidade), dispersão do pó no líquido (dispersibilidade) e dissolução, caso as partículas sejam solúveis (solubilidade). As propriedades associadas a estas quatro etapas são denominadas propriedades de instantaneidade. Segundo o autor, para um pó com boas propriedades de instantaneidade, estes passos devem ocorrer em poucos segundos. Dessa forma, pode-se dizer que as partículas dos amidos avaliados apresentaram uma taxa de molhabilidade baixo, o que representa um aspecto positivo em relação à instantaneidade do produto.

Tabela 5. Valores médios de Higroscopicidade (Hig, %) e Molhabilidade (Mol, g.min⁻¹) em sete amidos extraídos de matérias-primas não tradicionais (Areia, PB, 2022)

Amostras de Amido	Hig	Mol
TRAT 1	30,73 ^b ±8,97	0,429 ^c ± 0,068
TRAT 2	48,67 ^a ±2,63	0,802 ^b ± 0,144
TRAT 3	30,63 ^b ±2,98	1,234 ^a ± 0,015
TRAT 4	21,50 ^c ±3,21	0,124 ^d ± 0,005
TRAT 5	21,09 ^c ±1,43	0,213 ^d ± 0,009
TRAT 6	20,63 ^c ±2,02	0,075 ^e ± 0,001
TRAT 7	24,92 ^c ±1,03	0,376 ^c ± 0,012

* Média ± desvio padrão. Tratamentos seguidos por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com a tabela 6, verificou-se os percentuais de proteínas e de lipídios apresentaram efeito significativo entre os tratamentos avaliados ($p < 0,05$), enquanto que para carboidratos e valor energético não apresentaram significância entre os tratamentos.

O teor de proteínas das amostras analisadas diferiu ($p \geq 0,05$) entre o Tratamento 7 (amido da semente de jambo) com 5,753 % e o Tratamento 2 (amido de fruta pão) com 0,399 %. Verificando que os teores de proteínas para as sementes apresentaram valores mais elevados do que para matérias-primas (inhame, fruta-pão e batata-doce). A quantidade de proteínas para amido provenientes da extração de sementes foi considerável, provavelmente por se amostras na forma de pó, seus constituintes estão concentrados.

Verificando que o Trat. 4 (amido da semente de abacate) com 2,50 % e o Trat. 7 (amido da semente de jambo) com 2,16 %, foram os que apresentaram os melhores teores para os amidos avaliados, enquanto os menores teores foram detectados para os Tratamentos 3 (amido de batata doce branca) com 1,30 % e 6 (amido da semente de pitomba) com 1,27 %. Quanto ao teor de lipídeos todos os tratamentos analisados apresentaram resultados significativos quando comparados a amido de milho.

Quanto ao teor de carboidratos e valor energético, estes não apresentaram diferenças entre os tratamentos de amido avaliados, encontram-se dentro dos padrões quando comparados com amido de milho comercial.

Tabela 6. Valores médios de Proteínas (%), Lipídios (%), Carboidratos (%) e Valor energético (Kcal.100g⁻¹) em sete amidos extraídos de matérias-primas não tradicionais (Areia, PB, 2022)

Amostras de Amido	Proteínas	Carboidratos
TRAT 1	0,627 ^e ± 0,20	84,70 ^a ± 1,28
TRAT 2	0,399 ^e ± 0,13	83,31 ^a ± 0,46
TRAT 3	1,199 ^d ± 0,62	81,65 ^a ± 1,17
TRAT 4	2,570 ^c ± 0,34	82,25 ^a ± 0,54
TRAT 5	5,284 ^a ± 1,29	82,49 ^a ± 2,67
TRAT 6	4,056 ^b ± 0,20	77,93 ^a ± 0,22
TRAT 7	5,753 ^a ± 0,09	81,03 ^a ± 2,33

* Média ± desvio padrão. Tratamentos seguidos por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com a tabela 7 verificou-se que os tratamentos diferiram significativamente ($p \geq 0,05$) entre si, para os teores de Açúcares Totais e para Amido. Observando que os valores de açúcares apresentou uma variação para uma maior concentração de $6,024 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (Tratamento 6) e o menor obteve concentração de $0,999 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (Tratamento 4).

Com base nos valores de Amido, observou que os maiores valores de amido apresentaram para os Tratamentos 7, 3, 4 e 1, com 96,069, 94,30, 85,345 e 81,34 %, respectivamente. E os menores teores foram para os tratamentos 5 e 6 com 58,137 e 45,086 % de amido, respectivamente. A Comissão Nacional de Normas para Alimentos determina que seja necessário a presença em sua composição química de produtos considerados com fontes de amiláceas, de no mínimo, 70% de amido. pode-se dizer que, as matérias primas de fonte não tradicionais para extração de amido podem ser consideradas boas fontes potenciais de amido, quando comparados aos amidos comerciais.

Tabela 7. Valores médios de Açúcares Solúveis Totais (AST, $\text{g} \cdot 100^{-1} \text{g}$) e Amido (AM, %) em sete amidos extraídos de matérias-primas não tradicionais (Areia, PB, 2022).

Amostras de Amido	AST	AM
TRAT 1	$4,430^b \pm 0,011$	$81,349^b \pm 13,532$
TRAT 2	$2,062^c \pm 0,043$	$69,313^c \pm 15,878$
TRAT 3	$1,532^d \pm 0,018$	$94,300^a \pm 10,760$
TRAT 4	$0,999^e \pm 0,001$	$85,345^b \pm 6,364$
TRAT 5	$2,590^c \pm 0,000$	$58,137^c \pm 15,123$
TRAT 6	$6,024^a \pm 0,417$	$45,086^d \pm 14,048$
TRAT 7	$1,970^d \pm 0,002$	$96,069^a \pm 3,913$

* Média \pm desvio padrão. Tratamentos seguidos por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Os Tratamentos 3 (amido de batata doce branca) e 7 (amido das sementes de jambo vermelho) apresentaram os maiores valores para o parâmetro de cor L^* , representando boa luminosidade, próximo a coloração branca, sendo considerado com boa transparência caso sejam utilizados como recobrimentos.

Os valores de A_w para os amidos avaliados, apresentam dentro faixa considerada mínima $< 0,60$ para o desenvolvimento de microrganismos.

O amido da semente de jambo (Tratamento 7) apresentou melhor rendimento, melhores teores de proteína e de amido.

Os amidos das sementes de jambo e abacate apresentaram boas características físicas e físico-químicas quanto ao amido obtido, com potencial para o uso na conservação e indústria de processamento.

A semente de pitomba apresentou baixo potencial quanto a avaliação do amido obtido para as características físicas e físico-químicas.

Os amidos de inhame, batata-doce, das sementes do abacate e jambo podem ser considerados boas fontes de produtos amiláceos baseadas nos seus rendimentos e teor de amido, com potencialidade para recobrimentos comestíveis.

As sementes utilizadas para extração do amido apresentaram melhores valores/teores baseadas nas avaliações realizadas, quando comparadas as matérias-primas tuberosas.

Perspectivas

Verifica-se que, o estudo da extração, caracterização dos amidos e sua aplicabilidade no desenvolvimento de filmes biodegradáveis na conservação em vegetais, tem sido alvo de muitas pesquisas e é justificando por criar condições para o exercício de mecanismos para agregação de valor para as espécies comercializadas na região, bem como, atualmente há o interesse em desenvolver materiais termoplásticos compostos essencialmente de amido que ao contrário dos polímeros usados em embalagens convencionais é biodegradável e obtidos de fontes renováveis. Tendo ciência que as

informações científicas sobre recobrimentos comestíveis utilizando fontes não-tradicionais de amido são ainda insuficientes, nesse sentido, esse trabalho poderá contribuir ainda mais para a divulgação dessas matérias-primas como alternativa para o uso de polímeros, buscando diminuir os seus descartes e no aumento da conservação de vegetais.

REFERÊNCIAS

- AFOLABI, T. A.; OLU-OWOLABI, B. I.; ADEBOWALE, K.O.; AWAL, O. S.; AKINTAYO, C. O. Functional and tableting properties of etylated and oxidised finger millet (*Eleusine coracana*) starch. **Starch-Stärke**, v. 64, n. 4, p. 326–337, 2012.
- ARVANITOYANNIS, I.; NAKAYAMA, A. Y AIBA, S. Edible films made from hydroxypropyl starch and gelatin and plasticized by polyols and water. **Carbohydrate Polymers**, v.36, p.105-119, 1998.
- BALDWIN, E. A.; HAGENMAIER, R.; BAI, J. (Ed.). **Edible coatings and films to improve food quality**. 2nd Edition. Boca Raton: CRC Press, 2011. 415p.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. **Can. J. Biochem. Physiol.** 1959, 37, 911.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. Diário Oficial da União. 2005 set 23; Seção 1.
- CANO-CHAUCA, M.; STRINGHETA, P.C.; RAMOS, A.M.; CAL-VIDAL, C. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.6, n.4, p.420-428, 2005.
- CERQUEIRA, T. S. **Recobrimentos comestíveis em goiabas cv. Kumagai**. (Dissertação de Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil, 2007. 69f.
- DALLE, C.; SANTOS, M.; PAGNO, C.H.; MARIA, T.; COSTA, H.; FACCIN, L.; HICKMANN, S.; NILO, S. **Biobased polymer films from avocado oil extraction residue: Production and characterization**. 43957, p.1–9, 2016.
- DURANGO VILLADIEGO, A. M. **Desenvolvimento de um revestimento comestível 2004 antimicrobiano a base de amido de inhame com quitosana na conservação da cenoura minimamente processada**. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa. – Viçosa: UFV, 2004.

GAYA, LG; FERRAZ, JBS. Aspectos genético-quantitativos da qualidade da carne em frangos. *Ciência Rural*, **Santa Maria**. v.36, n.1, p. 439-356, 2006.

GEA Niro Research Laboratory. **Gea Niro analytical methods**. 2010. Disponível em: <<http://www.niro.com/methods>>. Acesso em: 20 nov. 2021.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: IMESP, 4. ed., v. 4., 2008.

KOUROUMA, V., MU; T. H., ZHANG; M., & SUN, H. N. (2020) Comparative study on chemical composition, polyphenols, flavonoids, carotenoids and antioxidant activities of various cultivars of sweet potato. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 55, n. 1, p. 369-378.

LAN, X.; LI, Y.; XIE, S.; WANG, Z. Ultraestrutura de amidos de tubérculos subutilizados e sua relação com propriedades físico-químicas. **Food Chemistry**, v.188, p.632-640, 2015.

LAVOYER, F.C.G. Estudo da secagem de polpa de coco verde em leito de jorro e viabilidade de sua utilização na indústria. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", São José do Rio Preto, 2012. 74 f.

LEHNINGER, A.; NELSON, D. Y COX, M. Princípios de Bioquímica. Sarvier, São Paulo, 1995, 839 p.

LOOS, J. P.; HOOD, L. F.; GRAHAM, H. D. Isolation and characterisation of starch from breadfruit. **Cereal Chemistry**, v.58, n. 4, p.283-286, 1981.

LÓPEZ-COBO, A.; GÓMEZ-CARAVACA, A.M.; PASINI, F.; CABONI, M.F.; SEGURA-CARRETERO, A.; FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A. HPLC-DAD-ESI-QTOF-MS and HPLC-FLD-MS as valuable tools for the determination of phenolic and other polar compounds in the edible part and by-products of avocado. **LWT - Food Sci. Technol.**, v.73, p.505-513, 2016.

MADRUGA, M. S.; ALBUQUERQUE, F. S. M.; SILVA, I. R. A.; AMARAL, D. S.; MAGNANI, M.; NETO, V. Q. Chemical, morphological and functional properties of Brazilian jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) seeds starch. **Food Chemistry**, v.143, p.440-445, 2014.

MALI, S.; GROSSMANN, M.; GARCÍA, M.; MARTINO, M. Y ZARITZKY N. Microstructural characterization of yam starch films. *Carbohydrate Polymers*, v.50, p. 379-386, 2002.

MANIGLIA, B. C.; TAPIA-BLÁCIDO, D. R. Isolation and characterization of starch from babassu mesocarp. **Food Hydrocolloids**, v.55, p. 47-55, 2016.

MEDEIROS, M.L.; LANNES, S.C.S. Propriedades físicas de substitutos do cacau. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.1, p.243-253, 2010.

MELO, F. S. N. **Qualidade de goiaba 'Paluma' minimamente processada sob recobrimentos a base de quitosana, cloreto de cálcio e alginato**. 96 p. 2015.

Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal da Paraíba, 2015.

PAES, M. C. D.; TEIXEIRA, F. F.; BARBOSA, N. A.; VOLPI, B. D.; SANT'ANA, R. C. O. Rendimento de extração de amido em germoplasma de milho tropical. In: **Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, n. 28, 2010.

PARK, K.J.; ANTONIO, G.C. **Análise de materiais biológicos**. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas, p. 2-7, 2006.

PASCOAL, A. M.; DI-MEDEIROS, M. C. B.; BATISTA, K. A.; LELES, M. I. G.; LIÃO, M. L. M.; FERNANDES, K. F. Extraction and chemical characterization of starch from *S. lycocarpum* fruits. **Carbohydrate Polymers**, v. 98, n. 1, p. 1304–1310, 2013.

PETERSEN, K.; NIELSEN, P.; BERTELSEN, G.; LAWTHORP, M.; OLSEN, M.; NILSSON, N. Y. MORTENSEN, G. Potential of biobased materials for food packaging. **Food Science and Technology**, v.10, p.52-68, 1999.

PETRIKOSKI, A. P. **Elaboração de biofilmes de fécula de mandioca e avaliação do seu uso na imobilização de caulinita intercalada com ureia**. Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, Curitiba. 2013, 130 p.

REIS, R. C.; RAMOS, A. M.; REGAZZI, A. J.; MINIM, V. P. R.; STRINGUETA, P. C. Almacenamiento de mango secado: análisis físico-químico, microbiológico, color y sensorial. **Ciencia y Tecnología Alimentaria**, v.5, n.3, p.214-225, 2006.

SANTHALAKSHMY, S.; BOSCO, S.J.D.; FRANCIS, S.; SABEENA, M. Effect of inlet temperature on physicochemical properties of spray-dried jamun fruit juice powder. **Powder Technology**, v.274, n.1, p.37-43, 2015.

SCHUBERT, H. Food particle technology. Part I: Properties of particles and particles food systems. **Journal of Food Engineering**, v. 6, n. 1, p. 30-36, 1993

SEAGRI. **Cultura**: fruta-pão. Acesso em: 06/06/2009. Online. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/Frutapao.htm>.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SOUZA, J. S. **Secagem de misturas de polpas de frutas tropicais em leite de jorro**. 2009, 156f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Química, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal (RN).

TAVARES, J.T.Q.; SILVA, C.L.; CARDOSO, R.L.; SILVA, M.A.; CARVALHO, L.A.; SANTOS, C.M.G. Aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio em frutos de jameiro vermelho (*Eugenia malaccensis* L.). **Magistra**, v. 14, n. 2, jul./dez., 61-65, 2002.

TONON, R.V.; BRABET, C.; HUBINGER, M.D. Aplicação da secagem por atomização para a obtenção de produtos funcionais com alto valor agregado a partir do açaí. **Inclusão Social**, v.6, n.2, p.70-76, 2013.

YOUNG, H. Fractionation of starch. In: Whistler, R.L.; Bemiller, J.N.; Paschall, E.F. (Ed.). **Starch chemistry and technology**. 2da.ed. Academic Press, Orlando, 1984, p. 249-283.

ZHOU, F.; LIU, Q.; ZHANG, H.; CHEN, Q.; KONG, B. Potato starch oxidation induced by sodium hypochlorite and its effect on functional properties and digestibility. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 84, n. 1, p. 410 - 417, 2016.

PREVALÊNCIA E FATORES DE RISCO ASSOCIADOS À BRUCELOSE EM TRABALHADORES DE MATADOUROS NA PARAÍBA.

Thaís de Souza de Matos¹ Guilherme de Morais Torres Fernandes² Ana Leticia Pereira Fernandes² Eduardo Sérgio Soares Souza² Arthur Willian de Lima Brasil³

RESUMO

Introdução: As bactérias do gênero *Brucella* causam brucelose, doença infectocontagiosa e zoonótica. A transmissão ocorre por contato direto ou indireto, sendo os principais fatores de risco os hábitos alimentares e ocupacionais. **Objetivos:** Determinar a prevalência da brucelose em humanos, e verificar os fatores de risco associados à infecção em trabalhadores que realizam o abate de bovinos. **Métodos:** Foram coletadas sanguíneas e submetidas aos testes do Antígeno Acidificado Tamponado (AAT), 2-mercaptoetanol (2-ME) e Soroaglutinação Lenta (SALT) 188 amostras biológicas humanas e 52 amostras bovinas. **Resultados:** Foi determinada uma prevalência de 8,5% nos trabalhadores, e a ingestão de carne mal passada foi identificada como fator de risco de 2,95 vezes mais chance de contaminação. **Conclusões:** A brucelose humana está circulante em trabalhadores de abatedouros no estado da Paraíba. Reforça-se a necessidade do desenvolvimento de uma política pública de que ofereça o suporte médico adequado a população.

Palavras-chaves: Doença ocupacional Estudo Soroepidemiológico. Saúde Única. Zoonose, nordeste.

¹ thaismbiomedic@gmail.com

² guidemo28@gmail.com, fernandesaleticia@gmail.com, esergiosousa@uol.com.br

³ arthurwillian7@yahoo.com.br, Caracterização epidemiológica da brucelose em animais e trabalhadores de matadouros na Paraíba/ Prevalência e fatores de risco associados a brucelose em trabalhadores de matadouros na Paraíba, (83) 99979-7168 arthurbrasil@ccs.ufpb.br

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Brasil possui destaque no cenário internacional no que diz respeito à pecuária sendo um importante exportador de carne e subprodutos. A pecuária nacional é caracterizada em três principais tipos de criação de gado: extensiva, semi-intensiva e intensiva. O modelo mais utilizado no Brasil é a pecuária extensiva, em que utiliza grandes áreas de pasto para a criação bovina de gado de corte. Uma de suas principais características é que os animais realizam o pastejo em áreas extensas, e se não for respeitada a capacidade de suporte de animais por área o solo tende a apresentar desgaste e consequente erosão devido a pressão de pisoteio. Além disso, muitas áreas florestais são desmatadas para o plantio de pasto degradando ainda mais o solo (LINK, 2018; FILHO et al., 2022). e-mail de cada colaborador

Em 2020, a soma de bens e serviços gerados no agronegócio chegou a R\$ 1,98 trilhão ou 27% do PIB brasileiro, sendo a pecuária responsável por 30% desse montante, cerca de R\$ 602,3 bilhões. De acordo com o trabalho “Perspectivas Agrícolas 2020-2029” da OCDE em conjunto com a FAO, o crescimento da expansão da pecuária e agricultura em países em desenvolvimento ocorrerá de maneira contínua pela demanda populacional e para finalidades econômicas. As perspectivas pressupõem uma intensificação adicional da produção pecuária e de pesca (OCDE; FAO, 2020).

A agropecuária no Brasil vem avançando sobre áreas antes preservadas o que favorece a ocorrência de zoonoses que antes não eram vistas no local, tal como a brucelose desta forma abordagens mais complexas necessitam ser implantadas para o controle de enfermidades. Abordagens como *One Health* que relacionam à integração entre saúde humana, animal e meio ambiente ganham mais notoriedade devido à crescente ocorrência de zoonoses emergentes e reemergentes relacionadas a fenômenos como o avanço do desmatamento de áreas antes preservadas, da urbanização e da agropecuária (GUIMARÃES; CARVALHO, 2021).

A epidemiologia da brucelose varia de acordo com a geografia e o sistema pecuário praticado (MCDERMOTT; GRACE; ZINSSTAG, 2013). Os países classificados como livres ou que já possuem bons níveis de controle de brucelose bovina estão localizados sobretudo na Oceania e na Europa, enquanto as regiões ainda endêmicas

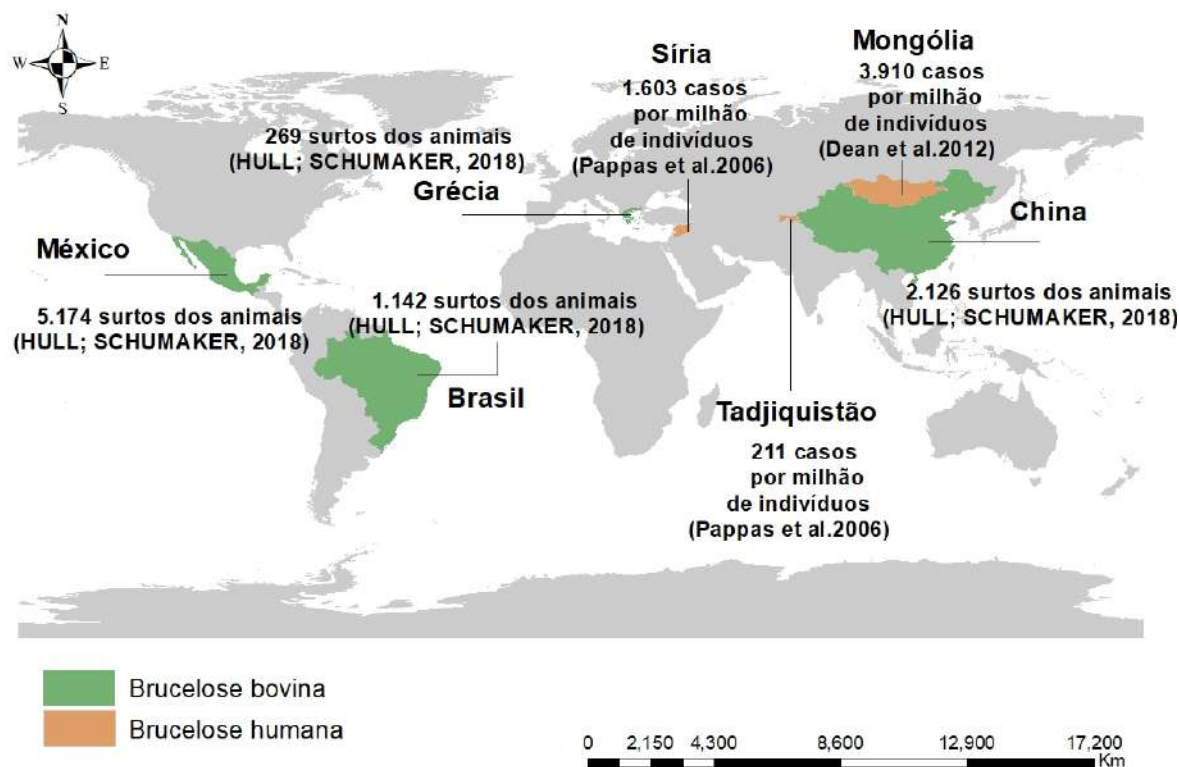
estão localizadas nas Américas Central e do Sul, África e partes da Ásia (CÁRDENAS et al., 2019). Eventualmente, nos países em desenvolvimento, existem falhas no processo de fiscalização da cadeia produtiva e as condições de criação desses animais, muitas vezes, é caracterizado pela inobservância de normas adequadas no manejo sanitário das criações e de práticas insalubres das pessoas na lida cotidiana com o gado bovino. Assim, ocorre a facilitação para proliferação de doenças zoonóticas entre humanos e rebanhos, tais como a brucelose (WHO, 2004; TENÓRIO et al., 2008).

A brucelose é uma doença infectocontagiosa conhecida como “febre ondulante”, “febre do Mediterrâneo” ou “febre de Malta” (CORBEL et al., 2006). A Organização Mundial de Saúde (WHO) relata que embora subdiagnosticada e subestimada, essa doença é considerada reemergente e possui grande relevância no contexto de saúde pública (WHO, 2004).

As bactérias do gênero *Brucella* spp. são cocobacilos gram-negativos, imóveis, não capsulados, não esporulados e necessitam de meios enriquecidos para seu crescimento, geralmente é usado a hemocultura com um tempo de incubação prolongado de 18 a 96 horas. O seu mecanismo de patogenicidade está relacionado à sua capacidade de sobrevivência no meio intracelular. Atualmente, existem mais de nove espécies dessa bactéria descritas na literatura, as principais responsáveis por causar doenças em humanos e animais são: *Brucella melitensis*, *B. abortus* e *B. suis* (PARANÁ, 2018; SANTA CATARINA, 2019).

A brucelose encontra-se mundialmente distribuída, sendo considerada uma das principais zoonoses pela Organização Mundial da Saúde. A doença predomina em regiões tropicais e subtropicais, ocorrendo a maior frequência de brucelose humana na Síria, Mongólia e Tajiquistão. Além disso, de acordo com Banco Mundial de Informações sobre Saúde Animal (WAHID), os casos de brucelose bovina foram destaque no México, China, Grécia e Brasil (figura 1). As formas de infecção e os gêneros de *Brucella* spp. mudam conforme a região geográfica (PAPPAS, et al., 2006; DEAN, et al., 2006; HULL; SCHUMAKER, 2018).

Figura 1. Distribuição da brucelose bovina e da brucelose humana de acordo com maiores frequências.



No Brasil, a brucelose humana não possui notificação compulsória. No entanto, na análise de dados realizada com base no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) no período de 2013 e 2015, revelou que foram notificados 797 casos suspeitos de brucelose humana em 13 Unidades Federativas do Brasil, sendo confirmado 208 casos, mostrando uma prevalência de 26,1%. Os casos suspeitos estavam distribuídos nas cinco regiões do país, no entanto a região Nordeste foi a única que não teve casos confirmados e a região Sul a que apresentou maior percentual de confirmação com 68,3% dos casos. Além disso, não foi relatada nenhuma morte nesse período em nenhuma das regiões. (COSTA et al., 2016).

Essa situação pode ser causada pela baixa quantidade de estudos de diagnóstico situacional em relação à temática e pelo avanço da enfermidade no mundo, sobretudo levando em consideração o tamanho da população e o contato desses indivíduos com os rebanhos - seja pelo caráter de subsistência ou pelo caráter ocupacional. Os casos de infecção por *Brucella* spp. variam de acordo com problemas sanitários, socioeconômicos e políticos encontrados em cada região. (LAWINSKY et al., 2010)

A respeito da brucelose bovina, no Brasil, é de notificação obrigatória, sendo assim a situação epidemiológica da doença é mais conhecida no país devido a implantação do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose (PNCEBT). Dessa forma, muitos estados brasileiros realizam levantamentos epidemiológicos a fim de determinar a prevalência de rebanhos infectados e de animais positivos, bem como identificar fatores de risco no país.

A prevalência da brucelose bovina, no Brasil, em propriedades pecuárias varia de 0,32% a 41,5%, levando em consideração que o rebanho bovino é de aproximadamente 224,6 milhões de cabeças e que a quantidade e peso total das carcaças dos bovinos abatidos de forma regular ultrapassaram a marca de 2 bilhões de toneladas no ano de 2022. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na Paraíba, apenas no terceiro trimestre de 2022, em seis abatedouros cadastrados foram abatidos 13.733 de origem bovina, com um peso total das carcaças de 3.851.162 kg. Esses índices são muito expressivos e impactam diretamente segmentos da sociedade, desde as cadeias produtivas da pecuária de corte e de leite até a saúde humana (ROSINHA, et al., 2019; IBGE, 2021; IBGE, 2022; IBGE-SIDRA, 2022).

A brucelose gera impactos importantes em diversas regiões sobre a indústria animal. O IBGE (2022) mostra que a atividade agropecuária é uma das principais atividades econômicas do país, sendo responsável por uma parte significativa do Produto Interno Bruto (PIB) no Brasil. A brucelose bovina provoca grandes prejuízos à pecuária brasileira por aumentar os custos na produção de corte e leite, além dos seus subprodutos. Prejuízos esses relacionados principalmente a abortos, retenção placentária, diminuição da produção de leite e nascimento de bezerros com debilidade e baixo peso ao nascer, além de ser uma barreira para a exportação de animais. Sendo o problema agravado porque o animal diagnosticado com brucelose deve ser sacrificado, sendo essa uma das principais medidas de controle da doença (MONTEIRO, 2004; IBGE, 2022; PNCEBT, 2006).

No estado da Paraíba, a respeito da brucelose humana não há descrição na literatura dessa doença. Entretanto, a prevalência encontrada de rebanhos bovinos infectados por *Brucella abortus*, no estado foi de 4,6% (IC 95% = 3,2 a 6,5%). Nesse estudo, foi possível determinar a prevalência de focos e de animais infectados, além

de identificar fatores de risco para brucelose bovina, sendo essa caracterização realizada de acordo com regiões determinadas respectivamente: Sertão 3,2% [1,5% - 6,6%] e 1,7% [0,5% - 5,7%], Borborema 2,2% [0,9% - 5,2%] e 0,7% [0,3% - 1,7%] e Agreste/Mata Paraibana 7,9% [5,0% - 12,2%] e 3,2% [1,6% - 6,3%]. O principal fator de risco associado à condição de foco foi a predominância da raça Zebu (*Odds ratio* = 12,30 [1,32 - 114,64]) (CLEMENTINO; AZEVEDO, 2016).

A brucelose é considerada uma doença de caráter ocupacional, em que profissionais como: médicos veterinários, açougueiros, funcionários de abatedouros (magarefes) e cuidadores de animais, estão frequentemente expostos a animais infectados, materiais biológicos contaminados e vacinas anti-*Brucella* spp. atenuadas vivas, capazes de causar a doença em humanos (LAWINSKY et al.; 2010; MEGID, 2016).

A transmissão da brucelose humana pode ser de maneira direta ou indireta pelo contato com as mucosas, vias aéreas e pele lesionada dos suscetíveis com os restos placentários, fetos abortados, líquido amniótico, produtos cárneos e lácteos, seus produtos e subprodutos sem tratamento térmico de animais infectados. Raramente, a transmissão pode ocorrer, por transfusão de sangue, transplante de medula óssea e relação sexual (PNCEBT, 2006; MEGID, 2016; PEREIRA et al., 2020).

A transmissão da brucelose bovina ocorre quando o animal sadio entra em contato com um animal infectado, durante o parto, no abortamento de animais infectados ou quando a outra fêmea lambe o bezerro após o parto. Caso haja a presença da bactéria, a transmissão também pode ocorrer pela ingestão de alimentos ou de restos placentários, água e contato com o solo contaminados. Além disso, pode acontecer o contágio através da inseminação artificial, quando o sêmen tem o agente infeccioso (PNCEBT, 2006).

Os principais fatores de risco encontrados na literatura estão intrinsecamente relacionados aos hábitos alimentares dos indivíduos, destacando o consumo de carne crua de animais contaminados, leite cru, queijos, doce de leite e outros produtos lácteos que não receberam tratamento térmico adequado. Além disso, a infecção também está relacionada com risco ocupacional por profissionais, como: agricultores, veterinários e funcionários de matadouros e frigoríficos (LOPES; NICOLINO; HADDAD, 2010; NOGUEIRA, 2021).

Sintomatologia da brucelose humana ocorre após o período de incubação da bactéria, que pode variar de uma a cinco semanas ou prolonga-se por meses, sendo descrita como uma doença septicêmica de início repentino ou insidioso. Possui quadro clínico variado e normalmente inespecífico, os principais sinais clínicos observados são: febre prolongada, fadiga, aumento do volume dos linfonodos, tosse, dores articulares, perda de peso, cefaleia, náuseas, sudorese noturna, mialgia, depressão e podem causar supurações de órgãos, como fígado e baço. Frequentemente, está associada ao desenvolvimento de doença osteoarticular. Além disso, eventualmente, pode estar relacionada a endocardite infecciosa, meningite, artrite, hepatite e abscessos viscerais. A evolução da doença é indeterminada, recidivante e com tendência à cronicidade. (LAWINSKY et al., 2010; LIMA, 2013; MEGID, 2016; CONCEIÇÃO, 2017; KHALAF et al., 2019).

A sintomatologia da brucelose bovina em fêmeas contaminadas é marcada pela principal manifestação clínica que é o aborto, normalmente ocorre em torno do sétimo mês durante a primeira gestação, nas gestações seguintes é comum os animais infectados apresentem placentite necrótica, retenção de placenta, presença de natimortos e o nascimento de bezerras fracas. No feto abortado, pode ser observado broncopneumonia supurativa. Em rebanhos com infecção crônica, os abortos normalmente ocorrem com as fêmeas primíparas e nos animais sadios recentemente introduzidos. Nos machos, é comum que ocorra a fase inflamatória aguda, seguida de cronificação (normalmente, assintomática). As bactérias podem migrar e instalar-se nos testículos, epidídimos e vesículas seminais, causando assim orquite uni ou bilateral, podendo ser transitória ou permanente com aumento ou diminuição do volume dos testículos. Em outros casos, os testículos podem apresentar um aspecto amolecido e cheio de pus, também é possível observar lesões articulares (PNCEBT, 2006).

A brucelose humana é difícil de ser diagnosticada clinicamente devido a maioria de seus sintomas serem inespecíficos, por isso os métodos diagnóstico complementares podem ser realizados pela identificação do agente por diretamente por cultura e isolamento das bactérias e detecção molecular do material genético das bactérias do gênero *Brucella* spp. e indiretamente pela detecção de anticorpos no soro de animais e humanos infectados. Geralmente, o diagnóstico é realizado através

de três testes sorológicos, que são eles: Teste do Antígeno Acidificado Tamponado (AAT), sendo um método de triagem, Teste de Soroaglutinação Lenta em Tubos (SALT) e Teste 2-Mercaptoetanol (2-ME) que são etapas confirmatórias e mais específicas (RATTI et al., 2011; MAURELIO et al., 2022).

O AAT é um teste que possui alta sensibilidade e detecta com maior precocidade as infecções recentes (BRASIL, 2006). Consiste na utilização de uma placa de vidro apropriada, em que são aplicadas 30 µL de cada amostra de soro e 30 µL do antígeno, ambos em temperatura ambiente. As amostras são homogeneizadas com o antígeno, sendo a placa agitada por movimentos circulares por quatro minutos. Em seguida, a placa é colocada na caixa de Huddleson e a leitura dos resultados é realizada, sendo observado a formação ou não de aglutinação (RATTI et al., 2011).

A confirmação do diagnóstico é realizado com o teste de SALT (Soroaglutinação Lenta) e o 2- Mercaptoetanol (2-ME) conforme recomendação do PNCEBT, os dois testes possuem alta especificidade (PNCEBT, 2006). Para a realização da SALT são utilizados quatro tubos de vidros dispostos em uma grade, sendo depositados em cada tubo 20uL do antígeno, 80uL, 40uL, 20uL e 10uL de soro adicionados a cada um dos tubos, 2mL de solução salina mais fenol, constituindo as respectivas diluições 25, 50, 100 e 200 dos soros. As amostras devem ser incubadas, em estufa, à temperatura de 37°C, por período de 48 horas, sendo realizada a leitura. É considerada como reação completa a presença de película no fundo do tubo e sobrenadante límpida, e incompleta quando da ocorrência de películas no fundo do tubo com sobrenadante levemente turvo. A reação negativa é representada pela ausência de películas associadas com sobrenadante turvo (PNCEBT, 2006).

O teste do 2-ME é uma prova semiquantitativa seletiva, que detecta somente a presença de IgG no soro, é realizado simultaneamente com a prova da soroaglutinação lenta em tubos. Serão utilizados 4 tubos de vidro dispostos em grade, sendo depositados, 20uL do antígeno, 80uL, 40uL, 20uL e 10uL dos soros a serem testados aos quais foram agregados 1mL de solução de 2-ME e, após 30 minutos, 1mL de salina, correspondendo a diluições 25, 50, 100 e 200, respectivamente. Os tubos devem ser incubados à temperatura de 37°C, por período de 48 horas, sendo, então, realizada a leitura. A leitura das reações segue o mesmo padrão observado para a SAL (PNCEBT, 2006).

O tratamento para a brucelose humana é realizado à base de antibióticos e possui duração em torno de 42 dias, é ofertado pelo Sistema Único de Saúde (SUS). Porém, a prevenção só ocorre através do controle e erradicação da infecção em animais e de implementações de ações na saúde pública realmente eficazes (MAURELIO et al., 2022). Nos casos de brucelose bovina, não existe tratamento para os animais contaminados, os animais que apresentem a doença devem ser descartados após a notificação à Coordenadoria de Defesa Agropecuária, esse descarte deve ser realizado preferencialmente através do abate sanitário. No entanto, a prevenção dessa doença em bovinos é feita por meio da vacinação em fêmeas com a B19 e RB51 (PNCEBT, 2006).

METODOLOGIA

A pesquisa trata-se de um estudo observacional e de caráter transversal. De acordo com a aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP), sob registro do nº 46809121.0.0000.8069 e na Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) sob registro de nº7334170521, o estudo foi realizado em abatedouros localizados no estado da Paraíba, Brasil. O número de amostras foi determinado por uma amostragem aleatória simples através da aplicação da fórmula:

$$N = \frac{Z^2 * p(1 - p)}{d^2}$$

n = número de indivíduos amostrados;

Z = valor da distribuição normal para o nível de confiança de 95%;

P = prevalência esperada 15,6% (MUFINDA *et al.*, 2017);

d = erro absoluto de 5%.

No período de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022, foram coletadas 188 amostras biológicas humanas e 52 amostras de origem bovina de sete abatedouros distribuídos nas cidades de Sapé, Campina Grande, Mamanguape, Itapororoca, Santa Rita e Patos, cidades do interior do estado.

Os critérios de inclusão aplicados a pesquisa, são os seguintes: podem participar indivíduos do sexo masculino e feminino, com idade entre 18 e 65 anos e que trabalham diretamente no abate e no processamento de produtos de origem animal

do local avaliado. O critério de exclusão aplicado foi apenas para pessoas em período gestacional. As amostras biológicas bovinas foram coletadas de fêmeas bovinas com idade superior a 24 meses.

A coleta do material biológico procedeu da seguinte maneira: nos seres humanos foram colhidos 4 mL de sangue por punção da veia cefálica, além da coleta de sangue esses participantes foram submetidos a aplicação de um questionário epidemiológico, que possuía perguntas como: nome, sexo, idade, naturalidade, escolaridade, hábitos alimentares, rotina de trabalho e em relação ao contato com animais, que em seguida foram tabulados em planilhas. A coleta de sangue dos bovinos foi realizada no momento do abate, na sangria, no volume de 10 mL.

Em seguida, ao final de cada coleta, as amostras foram encaminhadas ao laboratório responsável no Departamento de Morfologia (DMORF), no Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) o processamento consistiu em centrifugação e armazenamento do soro em recipientes plásticos de fundo chato de 1,5mL e posteriormente congelados em congelador a -20°C.

Durante a etapa de diagnóstico, as amostras humanas e bovinas foram submetidas aos testes sorológicos para confirmação do resultado de cada exame. O teste do Antígeno Acidificado Tamponado (AAT), foi realizado como uma prova de triagem e os soros que reagiram positivamente foram submetidos à prova confirmatória do 2-mercaptoetanol (2-ME) e do teste de Soroaglutinação Lenta em Tubos (SALT). Para serem consideradas positivas para brucelose, as amostras deveriam apresentar reação nos testes de AAT, SALT e 2-ME, de acordo com o preconizado Manual do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal (PNCEBT, 2006).

Os dados do projeto foram plotados em uma planilha eletrônica e em seguida foi feita uma análise para verificar associação entre a variável dependente resultado do teste de brucelose (não ou sim) e as variáveis independentes. Essas variáveis consistem em: sexo - feminino e masculino -, tipo de matadouro - público e privado -, escolaridade - analfabeto, ensino fundamental, ensino médio e ensino superior -, tempo que exerce a atividade - até 7 anos, entre 8 e 25 anos e mais de 25 anos -, se possui contato com outros animais, ingestão de leite cru ou de carne mal passada, se sabe o que é brucelose, dores nas articulações, ocorrência de febre recorrente,

ingestão de carne mal passada, contato com fetos de outras espécies, ocorrências de comorbidades, dificuldades de ter filhos, se corta com frequência no trabalho, uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e contato com outros animais, utilizando o teste de Qui-quadrado ou exato de Fisher ($p < 0,2$). As variáveis que apresentaram associação significativa foram selecionadas e submetidas a uma análise multivariada utilizando uma regressão logística múltipla ($p < 0.05$). O diagnóstico de colinearidade foi realizado utilizando a correlação de Pearson onde as variáveis que apresentavam coeficiente de correlação maior que 0,9 uma das variáveis era eliminada por plausibilidade biológica. O ajuste do modelo foi feito pelo teste de Hosmer e Lemeshow para tanto o bom ajuste do modelo o valor de significância deveria ser $p > 0,05$. As análises foram realizadas no SPSS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram colhidas 188 amostras sorológicas de seres humanos e testadas para AAT destas 24 foram positivas. Em seguida, as amostras positivas foram submetidas aos testes confirmatórios 2-ME e SALT, obtendo 16 resultados positivos, representando uma prevalência final de 8,5% (16/188).

A brucelose é considerada uma das zoonoses mais prevalentes no mundo, principalmente em regiões em desenvolvimento, como o Brasil (PAPPAS et al., 2006; DEAN et al., 2012). Estes são os primeiros relatos na literatura da ocorrência de brucelose humana no estado da Paraíba. Acredita-se os casos observados nesse estudo estejam relacionados às condições insalubres de trabalho encontradas em alguns abatedouros visitados tais como, a ausência do uso de equipamentos de proteção individual (EPI) completo pelos trabalhadores (macacões, botas de borracha, óculos de proteção, luvas e toucas descartáveis). De acordo com Moraes et al. (2017), que avaliaram as condições higiênico-sanitárias de abatedouros no estado da Paraíba, constataram-se que 80,4% dos trabalhadores destes ambientes não portavam nenhum EPI durante suas atividades. Percebe-se que essa condição é recorrente nos abatedouros do estado, o que pode predispor a ocorrência de zoonoses como a brucelose. Vale salientar que em diversos casos trabalhadores

faziam o abate de animais infectados reconheciam apenas as botas de borracha como EPI o que reforça a necessidade de educação sanitária continuada em abatedouros.

O perfil socioeconômico encontra-se descrito na tabela 1 cujo, público-alvo desse estudo é composto principalmente por pessoas do sexo masculino (81,9%), em sua maioria são funcionários de matadouros da rede pública (70,2%) com escolaridade majoritariamente do ensino fundamental (61,7%) e a maioria das participantes exerce essa atividade ente 8 a 25 anos.

Tabela 1: Perfil socioeconômico dos trabalhadores de abatedouro do estado da Paraíba no período de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022.

Variável	Categoria	Frequência	%
Sexo	Masculino	154	81,9
	Feminino	34	18,1
Tipo de Matadouro	Público	132	70,2
	Privado	56	29,8
Escolaridade	Analfabeto	19	10,1
	Ensino Fundamental	116	61,7
	Ensino Médio	40	21,3
Tempo de exercício da profissão	Ensino Superior	13	6,9
	Até 7 anos	54	28,7
	Entre 8 e 25 anos	93	49,5
	Mais de 25 anos	41	21,8
Total		188	

Fonte: os autores (2023)

Referente ao perfil dos participantes acometidos, a maioria dos casos relatados brucelose humana são em pessoas do sexo masculino com baixo poder aquisitivo. Acredita-se que isso ocorra por estes indivíduos terem mais contato no manejo,

manipulação de produtos cárneos e lácteos nas cadeias produtivas dos animais em relação a pessoas do sexo feminino (CORBEL, 2006; AKHVLEDIANI, et al., 2017; RAHAMATHUL, 2019).

Em estudos realizados, os pacientes positivos, 100% (11/11) relataram que consumiram produtos considerados de risco, definidos como leite e derivados cárneos crus ou mal passados. Esclarecendo que a doença é predominantemente associada ao consumo de produtos sem tratamento térmico (POSSA et al., 2021; TUMWINE, et al., 2015). Diante dos principais fatores de risco associados à infecção, nesta pesquisa a ingestão de carne mal passada em que indivíduos que realizam essa prática possuem 2,95 vezes mais chance (Tabela 2) de apresentar positivos para brucelose do que os que não ingerem carne crua ou mal passada. A ingestão de produtos de origem animal carnes e lácteos sem o devido tratamento térmico constituem um fator de risco clássico para a brucelose humana.

Tabela 2: Fatores de risco associados, detectados por análise univariada e multivariada, a infecção por *Brucella abortus* em trabalhadores de abatedouros do estado da Paraíba realizado no período de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022

Variável	Categoria	Total de participantes	Total de positivos (%)	P	Odds Ratio	Intervalo de confiança	P
Ingestão de leite cru?	Não	141	9 (6,4)	0,12*	-	-	-
	Sim	47	7 (17,9)				
Ingestão de carne mal passada?	Não	116	6 (5,2)	0,03*	2,95	[1,02-8,52]	0,04**
	Sim	72	10 (13,9)				
Se corta com frequência no trabalho?	Não	106	6 (5,7)	0,11*	-	-	-
	Sim	82	10 (12,2)				

*Análise univariada (P<0,2) **Análise multivariada (p<0,05) Fonte: os autores (2023)

Avaliando as respostas do questionário epidemiológico apenas dos participantes que foram positivos, verificou-se que 15 dentre 16 relataram (P<0,0001) não saber o que é a brucelose, destacando assim, a falta de conhecimento populacional acerca dessa zoonose. A adoção de práticas como *One Health*, que visa o controle integral de doenças

infectocontagiosas, como a brucelose, pode ser uma ferramenta viável para conter o avanço da brucelose humana e animal (GHANBARI et al., 2020).

Um dos objetivos deste trabalho foi realizar atividades de entregas dos exames pelo médico da equipe para as pessoas que foram reagentes nos testes sorológicos e orienta-los sobre a brucelose em particular e encaminha-los para o serviço de saúde a fim de conseguirem tratamento para infecção. Como resultado desta atitude a maioria das pessoas reagentes procuraram o serviço de saúde do estado que imediatamente contactou nossa equipe com objetivo de traçarmos um planejamento para treinamento dos serviços municipais de saúde humana e ambiental para a preparação de identificação dos casos que pudessem aparecer na rotina.

Em paralelo a equipe de trabalho foi a todos os abatedouros e realizou atividades de educação mostrando todos os EPI como devem ser usados a importância do uso do completo para evitar a transmissão de doença.

De acordo com Banco Mundial de Informações sobre Saúde Animal (WOAH, 2016), referente à brucelose bovina, o Brasil é o quarto país com maior número de surtos relatados. Sendo a brucelose animal considerada endêmica, porém apresenta dados bastante diversificados devido à dimensão territorial do país e as características de cada região (SOLA et al., 2014).

A soroprevalência de rebanhos positivos exhibe uma distribuição heterogênea em todo o país, variando de 0,91% a 30,60% (PEREIRA et al., 2020). Na literatura, os principais fatores de risco associados à condição de foco foram: exploração de gado de corte, exploração mista, número de fêmeas no rebanho e ocorrência de aborto (NEGREIROS et al., 2009). No Brasil, estudos demonstram que as maiores prevalências encontradas continuam em regiões com maior concentração de bovinocultura de corte e rebanhos grandes continuam sendo fatores de risco em várias regiões (OLIVEIRA et al., 2016; BAUMGARTEM et al., 2016; FILHO et al., 2018). O estado da Paraíba, a respeito da brucelose bovina apresenta a observação das prevalências de focos e de animais infectados encontrados, respectivamente, de 4,6% [3,2-6,5%] e 2,5% [1,1-3,9%] (CLEMENTINO; AZEVEDO 2016).

Neste estudo, observou-se a prevalência de brucelose bovina em animais destinados ao consumo nos abatedouros analisados nas cidades paraibanas, apresentaram no exame AAT uma prevalência de aproximadamente 57,6% na etapa

de triagem, 30 amostras positivas de 52 amostras no total. Em seguida, as amostras positivas foram submetidas ao teste 2-me e a SALT em que 28 foram positivas (93%) na etapa confirmatória.

De acordo com o estudo realizado em um matadouro com inspeção federal no Estado do Tocantins, foram encontradas 142 amostras positivas no teste AAT para a presença de anticorpos anti-*Brucella abortus* [(16,8%) IC 95% 14,3-19,4]. No entanto, na realização de exames "ante e post-mortem" não foi possível detectar qualquer sinal ou lesão sugestiva à brucelose, [(0,00%) IC 95% 0,00-0,43] em todos os bovinos da amostra (VIANA, et al., 2010). É sugestivo a necessidade de uma maior análise referente à problemática de animais positivos enviados ao abate. As altas prevalências da doença encontrada, à falta de diagnóstico da brucelose nos rebanhos e o número de bovinos infectados abatidos sob condições sanitárias inadequadas, aumentam o risco a exposição a contaminação dos trabalhadores e a favorece a entrada de cárneos e derivados contaminados no mercado.

Os seguintes achados foram encontrados nesta pesquisa para a positividade (tabela 4) de *Brucella abortus*, respectivamente: no abatedouro 1 (2 casos em humanos e 0 casos nos animais), no abatedouro 2 (9 casos em humanos e 2 casos nos animais), no abatedouro 3 (0 casos em humanos e 1 casos nos animais), no abatedouro 4 (3 casos em humanos e 18 casos nos animais), no abatedouro 5 (0 casos em humanos e 0 casos nos animais), no abatedouro 6 (2 casos em humanos e 4 casos nos animais) e no abatedouro 7 (0 casos em humanos e 3 casos nos animais). A soroprevalência de *Brucella abortus* em humanos e animais é relacionada devido ao aspecto zoonótico da infecção, portanto conhecer o perfil epidemiológico é necessário para assim desenvolver ações para controle, prevenção e quiçá erradicação da doença.

Tabela 4: Distribuição da reagentes humanos e bovinos por abatedouro no estado da Paraíba.

	Total de positivos em humanos:		Total de positivos em bovinos:	
	Frequência:	%	Frequência	%
Abatedouro 1	2	12,5	0	0
Abatedouro 2	9	56,25	2	7,16
Abatedouro 3	0	0	1	3,57
Abatedouro 4	3	18,75	18	64,28
Abatedouro 5	0	0	0	0
Abatedouro 6	2	12,5	4	14,28
Abatedouro 7	0	0	3	10,71

Fonte: os autores (2023)

Segundo os estudos de Clementino e Azevedo (2016), a prevalência de rebanhos bovinos infectados por brucelose no estado da Paraíba foi de 4,6% (IC 95% = 3,2 a 6,5%), sendo o maior valor pontual observado na Região 3, com prevalência de 7,9%. A região corresponde ao agreste/mata paraibana, que engloba nesse território o abatedouro com maior índice de positividade. Dessa forma, o maior estrato de animais positivos no trabalho anterior é justamente a região em que foi encontrada a maior prevalência de brucelose humana nos profissionais de abatedouros dessa pesquisa.

Um ponto que deve ser levado em consideração são as características do rebanho local por ser conduzido por pequenas criações familiares voltadas para a subsistência com pouca tecnificação e assistência veterinária (CLEMENTINO; AZEVEDO, 2016). Por mais que os estudos de prevalência brucelose bovina no estado tenha detectado baixo índices de animais soropositivos o que observou no presente estudo foi a presença de mais da metade dos animais foram positivos o que leva a crer que muitos bovinos destinados ao abate são positivos, apesar normativas de transporte de animais exigirem em alguns casos exames negativos para brucelose.

A situação se torna mais alarmante pois os exames para brucelose nos bovinos no Brasil estão predominantemente concentrados nas fêmeas, contudo não somente as elas são importantes transmissoras os machos também podem transmitir a *Brucella abortus* através de seu sangue e vísceras infectados no momento do abate ou na ingestão de carne crua ou mal passada. Além disso, o uso de equipamentos e utensílios contaminados *Brucella spp* podem passar a bactéria para outras carnes ou alimentos, uma vez que, a sobrevive a bem às temperaturas atingidas por refrigeradores ou freezers (CASANUOVO et al. 2016).

A conjunção de todos fatores: ausência de uso de EPI completo, falta de educação sanitária dos trabalhadores, rebanho infectado sendo enviado ao abate para consumo e ausência de diagnósticos nos seres humanos fazem com que a brucelose alcance populações que anteriormente não tinham a doença.

CONCLUSÕES

A prevalência da brucelose humana encontrada em trabalhadores de abatedouros no estado da Paraíba, provavelmente está relacionada com o caráter ocupacional da atividade e com os hábitos alimentares desses profissionais, como indicado com a análise dos fatores de risco. Além disso, a negligência no uso de equipamentos de segurança individual é um fator a ser levado em consideração. Os fatores de risco associados à positividade da doença, sugerem que o consumo de carne crua e mal passada pode ser o principal responsável pela elevada prevalência humana encontrada no estudo.

A pesquisa revelou que a doença ainda é circulante no rebanho bovino. A prevalência para brucelose bovina detectada pode ser considerada alta, principalmente quando é considerado que esses animais foram destinados ao consumo alimentar. A brucelose humana e animal é considerada um problema de saúde pública e gera um alerta para a comunidade e para as Instituições Públicas competentes, evidenciando a necessidade de políticas públicas para a educação, controle e tratamento acerca da brucelose.

Perspectivas

As perspectivas futuras relacionadas ao projeto visam auxiliar no desenvolvimento de políticas públicas visando à educação, controle e tratamento da doença no estado da Paraíba. Promovendo a divulgação de conhecimentos a respeito da brucelose, importância dos equipamentos de proteção individual, importância da prevenção e do tratamento. Além disso, busca contribuir efetivamente para a realização do diagnóstico situacional a respeito da brucelose humana e bovina.

Agradecimentos

À equipe do Grupo de Estudos em doenças Transmissíveis aos Humanos e Animais (GETHA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), a Pró-Reitoria de Pesquisa (PROPESQ) ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de iniciação científica, a Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ) pelo financiamento do projeto no edital 010/2021 PPP termo de outorga: 3205/2021 e ao Instituto Biológico do São Paulo por ceder os antígenos.

REFERÊNCIAS

AKHVLEDIANI, T. et al. Epidemiological and clinical features of brucellosis in the country of Georgia. PLoS ONE. 12, (1), 1-12. 10.1371/ journal.pone.0170376. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170376>>. Acesso em:

BAUMGARTEN, K. D., et al. Análise comparativa de testes sorológicos com antígeno acidificado tamponado e ELISA, no diagnóstico da brucelose bovina, em rebanhos suspeitos e em saneamento de focos. Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP, v. 14, n. 2, p. 87-87, 29 ago. 2016. Disponível em: <<https://revistamvez-crmvsp.com.br/index.php/recmvz/article/view/32135>>. Acesso em:

BERNARDI F., et al. Epidemiological characterization of notified human brucellosis cases in Southern Brazil. Rev Inst Med Trop São Paulo. 2022. Jun 6;64:e38. doi: 10.1590/S1678-9946202264038. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35674636/>>. Acesso em:

BONAVENTURA, G. Di., et al. Microbiological Laboratory Diagnosis of Human Brucellosis: An Overview. *Pathogens* 2021, 10, 1623. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/pathogens10121623>>. Acesso em:

BRASIL, Ministério da Saúde do. Portaria nº 104, de 25 de Janeiro de 2011. Define as terminologias adotadas em legislação nacional, conforme o disposto no Regulamento Sanitário Internacional 2005 (RSI 2005), a relação de doenças, agravos e eventos em saúde pública de notificação compulsória em todo o território nacional e estabelece fluxo, critérios, responsabilidades e atribuições aos profissionais e serviços de saúde. Brasília: Ministério da Saúde; 2011.

BRASIL, Ministério da Saúde do. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso. 8a ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2010.

CÁRDENAS, L., et al. Risk factors for new bovine brucellosis infections in Colombian herds. *BMC Veterinary Research*. Vol.: 15, 81. 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12917-019-1825-9>. Acesso em:

CASALINUOVO, F.; CIAMBRONE, L.; CACIA, A.; RIPPA, P. Contamination of Bovine, Sheep and Goat Meat with *Brucella* Spp. *Ital J Food Saf*. 2016 Jun 3;5(3):5913. doi: 10.4081/ijfs.2016.5913. PMID: 27853716; PMCID: PMC5090120.

CLEMENTINO, I. J.; AZEVEDO, S.S. Bovine brucellosis: epidemiological situation in Brazil and disease control initiatives. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 37, n. 4, p. 2021- 2034, jul./ago. 2016 DOI: 10.5433/1679-0359.2016v37n4p2021. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4457/445749546050.pdf>>. Acesso em:

CONCEIÇÃO, A. I. Importância Da Brucelose Bovina Como Zoonose. Monografia (Especialização) - Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Garanhuns-pe, 52 p, 2017.

CORBEL, M. J. et al. *Brucellosis in humans and animals*. Geneva: World Health Organization; 2006.

COSTA, J. N., et al. Brucelose humana no Brasil, perfil de casos no período de 2013 a 2015. Secretaria de Vigilância em Saúde. Ministério da Saúde do Brasil. 2016. Disponível em: <<http://www.sbmt.org.br/medtrop2016/wp-content/uploads/2016/11/10500-Brucelose-humana-no-Brasil-perfil-de-casos-no-peri%CC%81odo-de-2013-A-2015.pdf>>. Acesso em:

DEAN, A. S. et al. Carga global da brucelose humana: uma revisão sistemática da frequência da doença. *PLoS Negl Trop Dis*. 2012; 6 (10):e1865. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23145195/>>. Acesso em:

FILHO, J. M. L., et al. Recomendações para o controle da brucelose bovina no Estado de Mato Grosso do Sul. 2018. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1096187>>. Acesso em:

FILHO, W. L., et al. Mudanças climáticas e zoonoses: uma revisão de conceitos, definições e bibliometria. *Jornal Internacional de Pesquisa Ambiental e Saúde Pública* 19.2 (2022): 893. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1660-4601/19/2/893>>. Acesso em:

GHANBARI, M. K., et al. One health approach to tackle brucellosis: a systematic review. *Trop Med Health*. Oct 20; p. 48-86, 2020.

GUIMARÃES, A. S.; CARVALHO, B. C. de. Saúde única: o conceito abrangente e definitivo. *Anuário Leite*, p. 36-37, 2021.

HOLT, H. R. et al. Epidemiologia da brucelose em bovinos e produtores de leite da zona rural de Ludhiana, Punjab. *PLOS Neglected Tropical Diseases*.
doi: [10.1371/journal.pntd.0009102](https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009102). 15(3): e0009102. 2021. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8034737/>>. Acesso em:

HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S. *Applied logistic regression*. New York: John Wiley & Sons, 2000. 375 p.

HULL, N. C.; SCHUMAKER, B. A. 2018. Comparações de brucelose entre medicina humana e veterinária. *Infection Ecology & Epidemiology*.
doi: [10.1080/20008686.2018.1500846](https://doi.org/10.1080/20008686.2018.1500846). Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6063340/#CIT0023>> Acesso em:

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Brasileiro de 2021. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/bovinos/br>>. Acesso em:

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Brasileiro de 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9203-pesquisas-trimestrais-do-abate-de-animais.html?=&t=destaques>>. Acesso em:

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Brasileiro de 2022. Banco de Tabelas Estatísticas (SIDRA). Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/abate/brasil>>. Acesso em:

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Brasileiro de 2022. Estatística da Produção Pecuária. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Fasciculo_Indicadores_IBGE/abate-leite-couro-ovos_202202caderno.pdf>. Acesso em:

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Primeiros dados do Censo 2010 Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=500630>>. Acesso em:

KHALAF, O. H. et al. The NOD-scid IL2^{rynull} Mouse Model Is Suitable for the Study of Osteoarticular Brucellosis and Vaccine Safety. *Infect Immun* 87:e00901-18. 2019. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6529653/>>. Acesso em:

LAWINSKY, M. L. J. et al. Estado da arte da brucelose em humanos. *Rev Pan-Amaz Saude*;1(4):75-84, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5123/S2176-62232010000400012>>. Acesso em:

LIMA, J. T. R. Occurrence of infection by *Leishmania* spp. and *Brucella* spp. in the indigenous population and in dogs inhabitants from Tapirapé Indigenous Villages and in dogs inhabitants from Karajá Indigenous Villages. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 118 f. 2013.

LINK, Jade Varaschim. Cadeia Produtiva da Bovinocultura. Centro Universitário Leonardo Da Vinci. 190 p.; il. ISBN 978-85-515-0171-9. 2018. Disponível em: <<https://www.uniasselvi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/livro/livro.php?codigo=30543#:~:text=A%20bovinocultura%20de%20leite%20%C3%A9,de%20carne%20e%20seus%20derivados>>. Acesso em:

LOPES L. B.; NICOLINO R.; HADDAD, J. P. A. Brucellosis - Risk Factors and Prevalence: A Review. *The Open Veterinary Science Journal*. 2010.

MAURELIO, A. P. V. et al. SITUAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA MUNDIAL DA BRUCELOSE HUMANA. *Veterinária e Zootecnia, Botucatu*, v. 23, n. 4, p. 597–560, 2022. Disponível em: <<https://rvz.emnuvens.com.br/rvz/article/view/838>>. Acesso em:

McDERMOTT, J.; GRACE, D.; ZINSSTAG, J. Economics of brucellosis impact and control in low-income countries. *Rev Sci Tech*. 2013 Apr;32(1):249-61. doi: 10.20506/rst.32.1.2197. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23837382/>>. Acesso em:

MEGID, J. Doenças infecciosas em animais de produção e de companhia. - 1. Ed. – Rio de Janeiro: Roca. 1294 p, 2016.

MILLER, R. et al. The prevalence of brucellosis in cattle, goats and humans in rural Uganda: a comparative study. *Transboundary and emerging diseases*. 63, (6). 10.1111/tbed.12332. 2015. Disponível em: <>. Acesso em:

MONTEIRO, L. A. R. C. Prevalência e fatores de risco associados à Brucelose bovina em rebanhos de Mato Grosso do Sul. 2004. Disponível em: <<https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/953>>. Acesso em:

MORAIS, D et al. Condições físicas e higiênico-sanitárias dos abatedouros da Paraíba, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*. 24. 201-206. 2017. 10.4322/rbcv.2017.038

MUFINDA, F.C.; BOINAS, F.; NUNES, C. Prevalence and factors associated with human brucellosis in livestock professionals. *Rev Saúde Pública*. 2017;51:57.

NEGREIROS, R. L., et al. Situação epidemiológica da brucelose bovina no Estado de Mato Grosso. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.61, p.6-65, 2009.

NOGUEIRA, C. C. Epidemiologia e fatores de risco da brucelose em profissionais e acadêmicos de medicina veterinária na região médio norte mato-grossense. 2021. Programa de Pós-Graduação em Ciências em Saúde. Universidade Federal de Mato Grosso - Campus Universitário de Sinop. Disponível em: <<https://cms.ufmt.br/files/galleries/103/32Carolina.pdf>>. Acesso em:

OLIVEIRA, L. F., et al. Seroprevalence and risk factors for bovine brucellosis in Minas Gerais State, Brazil. Seminário Ci. agr., pág. 3449-3466, 2016. Disponível em: <<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vti-24589>>. Acesso em:

Organização para o Desenvolvimento de Cooperação Econômica (OCDE); Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029. Disponível em: < 10.1787/1112c23b-en>. Acesso em:

Pan American Health Organization. Case definitions: Anthrax, Brucellosis and Rabies. Epidemiol Bull. 2000;21:12-14.

PAPPAS G., et al. 2006. O novo mapa global da brucelose humana . Lancet Infect Dis . 2006. Fevereiro; 6 (2): 91-99. S1473-3099(06)70382-6 [pii] PubMed PMID: 16439329; eng. Disponível em: < >. Acesso em:

PARANÁ. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná. Superintendência de Vigilância em Saúde. Protocolo de manejo clínico e vigilância em saúde para brucelose humana no Estado do Paraná. – Curitiba: SESA/SVS/CEVA, 2018. 70 p.

PEREIRA, C.R. et al. Accidental exposure to Brucella abortus vaccines and occupational brucellosis among veterinarians in Minas Gerais state, Brazil. Transbound Emerg Dis.; 00:1-14. 2020.

POSSA, M. G. et al. Epidemiologia e impacto econômico da ocorrência da brucelose em um município do Estado de Santa Catarina. Research, Society and Development, [S. l.], v. 10, n. 3, p. e12610313208, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i3.13208. Disponível em: <<https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13208>>. Acesso em:

Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose - (PNCEBT): Manual técnico. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: MAPA, 2006. 184p.

RAHAMATHULL, M. P. Seroprevalence of human brucellosis in Wadi Al Dawaser region of Saudi Arabia. Pakistan Journal of Medical Science. 35, (1), 129-135. 10.12669 / pjms.35.1.55. 2019.

RATTI, D. et al. Detecção de anticorpos anti - Brucella abortus em humanos na cidade ribeirinha de Porto Figueira – Paraná. Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR, Umuarama, v. 14, n. 1, p. 37-39, jan./jun. 2011.

ROSINHA, G. M. S. et al. Campo Grande, MS. Identificação de Brucella spp. em bovinos com lesões sugestivas de brucelose. Embrapa: Gado de Corte, 2019. ISSN 1983-9715;43). 30p. 2019. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1118276/1/BP43.pdf>>. Acesso em:

RYU, S.; MAGALHÃES, R. J. S.; CHUN, B. C. 2019. The impact of expanded brucellosis surveillance in beef cattle on human brucellosis in Korea: an interrupted time-series analysis. BMC Infectious Disease. 19, (201). <<https://bmcinfectdis.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12879-019-3825-6>>. Acesso em:

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Saúde de Santa Catarina. Diretoria de Vigilância Epidemiológica – DIVE/SES/SC CIEVS. Protocolo estadual de brucelose humana, manejo clínico e vigilância em saúde. 2019.

SCHEIN, F. B. 2006. Prevalência de Brucelose em rebanhos bovinos leiteiros e ocorrência em trabalhadores rurais do município de Araputanga-MT, Brasil. 2006. 78f. Dissertação (Mestrado em Ciência Veterinária) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Pernambuco.

SCHNEIDER, R. C. et al. Prevalence of brucellosis and risk factors associated with its transmission to slaughterhouse employees in the Cuiaba metropolitan area in the state of Mato Grosso. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, p. 2367-2373, 2013.

SOLA, M. C. et al. BRUCELOSE BOVINA: REVISÃO. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 85-105, 2014.

TENÓRIO, T. G. S. et al. Pesquisa de fatores de risco para a brucelose humana associados à presença de brucelose bovina no município de Correntes, estado de Pernambuco, Brasil. Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.75, n.4, p.415-421, out./dez., 2008. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/arq/v75_4/tenorio.pdf>. Acesso em:

TUMWINE, G., et al. Human brucellosis: sero-prevalence and associated risk factors in agro-pastoral communities of Kiboga District, Central Uganda. BMC Public Health. 15. Disponível em : <https://bmcpublikealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-015-2242-z>. 2015. Acesso em:

VIANA, L., et al. Soropositividade e lesões sugestivas de Brucelose em bovinos abatidos no estado do Tocantins, Brasil. Arquivo do Instituto Biológico. São Paulo, v.77, n.3, p. 517-520, jul/set., 2010 Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/v77_3/viana.pdf>. Acesso em:

World Health Organization (WHO). Operational research in tropical and other communicable diseases: final report summaries 2001-2002. Cairo: WHO; 2004.

World Organisation for Animal Health (WOAH). Terrestrial Animal Health Code. Infection with Brucella abortus, B. melitensis and B. suis. [online]. Paris: OIE, 2016.

Disponível em:

<http://www.oie.int/index.php?id=169&L=0&htmfile=chapitre_bovine_brucellosis.htm>. Acesso em:

YAGUPSKY, P.; MORATA, P.; COLMENERO, J. D. Laboratory Diagnosis of Human Brucellosis. *Clin Microbiol Rev.* V.13, n.33 (1), p. e00073-19, 2019.

Yoon, H., et al (2014). Epidemiology of brucellosis among cattle in Korea from 2001 to 2011. *Journal of Veterinary Science.* 15, (4), 537–543. 10.4142 / jvs.2014.15.4.537.

ZAR, J. H. *Biostatistical analysis.* 4 ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999. 663 p.22.

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

POTENCIAL ANTIBACTERIANO DE EXTRATOS VEGETAIS DE *COMBRETUM* SPP. FRENTE A BACTÉRIAS PATOGÊNICAS

Eduardo Batista de Souza Rocha¹. Éverton Leandro de França Ferreira². Mariana Helena Chaves². Ruth Raquel Soares de Faria². Angela Camila Orbem Menegatti³

RESUMO

Infecções bacterianas são comuns, no entanto, são agravadas pelo aumento da prevalência da resistência aos fármacos antimicrobianos (AMR). A queda na eficácia de antibióticos leva à necessidade de descobrir substitutos. Esse trabalho teve por objetivo avaliar o potencial antibacteriano de extratos de *Combretum* spp. frente a bactérias patogênicas. Os extratos foliares, dissolvidos em 80% dimetilsulfóxido a 10 mg/mL, foram avaliados em uma triagem a 0,25 mg/mL contra patógenos gram-positivos e gram-negativos, seguido da determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Bactericida Mínima (CBM), pelo método microdiluição seriada com o revelador resazurina. Os extratos não possuem atividade contra os gram-negativos; os extratos de *C. duarteanum* e *C. mellifluum* apresentaram CIM de 0,062 a 0,5 mg/mL frente aos gram-positivos. A fração aquosa de *C. duarteanum* (N) apresentou atividade bactericida contra cepas de *S. aureus* e *L. monocytogenes*. Conclui-se que o gênero *Combretum* possui relevância etnofarmacológica na descoberta de fitoquímicos com atividade antibacteriana.

Palavras-chave: Resistência antimicrobiana. *Combretum*. Extratos vegetais.

¹ Estudante de Iniciação Científica: Eduardo Batista de Souza Rocha (e-mail: eduardo.bdsr04@gmail.com) Instituição de vínculo da bolsa: UFPB/CNPq (www.propesq.ufpb.br; e-mail:cadastrocgpai@propesq.ufpb.br; telefone: 3216-7570)

² Colaboradores da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) e Universidade Federal do Piauí (UFPI) (e-mails: everton.franca@univasf.edu.br; mariana@ufpi.edu.br; ruthraquelsf@gmail.com)

³ Orientadora: Angela Camila Orbem Menegatti (e-mail: angela.menegatti@academico.ufpb.br; telefone: (83) 3216 7436)

Título do Projeto de Pesquisa/Plano de Trabalho: Triagem da atividade antimicrobiana de extratos vegetais de *Combretum* spp. frente à *Yersinia enterocolitica*/Avaliação do potencial antimicrobiano de extratos vegetais frente à *Yersinia enterocolitica*

APRESENTAÇÃO

Este capítulo apresenta os resultados do plano de trabalho intitulado “Triagem da atividade antimicrobiana de extratos vegetais de *Combretum* spp. frente à *Yersinia enterocolitica*”, vinculado ao projeto “Avaliação do potencial antimicrobiano de extratos vegetais frente à *Yersinia enterocolitica*”, elaborado e orientado pela professora Doutora Angela Camila Orbem Menegatti. O projeto foi realizado em parceria com o professor Doutor Éverton Leandro de França Ferreira (UNIVASF) e com a professora Doutora Mariana Helena Chaves (UFPI), ambos pesquisadores na área de química de produtos naturais. O plano foi executado no Laboratório de Genética de Microrganismos (LGM), coordenado pelo professor Doutor José Pinto Siqueira, e no Laboratório Multiusuário do Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular (PPGBCM), ambos no Departamento de Biologia Molecular (DBM) do Centro de Ciências Exatas e da Natureza (CCEN) da UFPB – Campus I, no período de setembro de 2021 a agosto de 2022.

As bactérias compreendem um grupo de microrganismos biologicamente diversos e ubíquos, encontrados na microbiota de animais e seres humanos, por exemplo. Algumas espécies são comensais e desempenham papel importante na fisiologia do hospedeiro, enquanto outras são patógenos oportunistas ou obrigatórios. As doenças de etiologia bacteriana geralmente são tratadas com fármacos antimicrobianos, incluindo beta-lactâmicos, aminoglicosídeos, macrolídeos, tetraciclina e quinolonas (TORTORA; FUNKE; CASE, 2016).

Embora existam diversas opções na farmacoterapia antibacteriana, a resistência antimicrobiana (AMR) tem se tornado um problema importante de saúde pública. A AMR ocorre quando uma linhagem bacteriana não responde mais ao tratamento com uma ou múltiplas drogas, tornando a infecção mais difícil de tratar e com um maior risco de óbito. Estima-se que até 2050 as mortes relacionadas à AMR atinjam 10 milhões anuais (O’NEILL, 2014).

Dada a refratariedade no tratamento com antibióticos convencionais, torna-se relevante a busca de novas moléculas com potencial antimicrobiano. O uso de plantas na medicina popular é histórico, e atualmente move pesquisas que avaliam a suscetibilidade *in vitro* de patógenos gram-positivos e gram-negativos a extratos vegetais (ANOKWURU *et al.*, 2021).

O gênero *Combretum* compreende plantas de distribuição pantropical, sendo algumas espécies nativas do Brasil. É relatado que plantas do gênero são utilizadas na medicina popular devido a propriedades anti-inflamatória, antiparasitária e antimicrobiana, no entanto, são escassos os estudos *in vitro* do potencial biológico de plantas nativas (MAGALHÃES *et al.*, 2019).

Nesse sentido, o aumento da resistência e a busca por novas moléculas antimicrobianas justificam a realização de estudos que envolvem extratos vegetais com potencial biológico. Este trabalho teve por objetivo avaliar a atividade bactericida e/ou bacteriostática de extratos de três espécies de *Combretum*, frente a bactérias patogênicas.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Infecções bacterianas podem ser brandas ou severas, a depender dos fatores envolvidos na etiopatogênese, a saber: o agente etiológico e suas características, estado imunológico do hospedeiro e órgãos ou sistemas acometidos. O tratamento é feito com fármacos antimicrobianos, que possuem um ou mais alvos moleculares na célula bacteriana; no entanto, cresce o número de cepas resistentes e refratárias a algumas dessas opções terapêuticas (HUTCHINGS; TRUMAN; WILKINSON, 2019).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o crescimento da AMR configura um problema na saúde pública a nível global. A resistência pode ser intrínseca, transmitida de modo vertical, ou adquirida pela aquisição de elementos genéticos móveis (EGMs), que são transferidos horizontalmente entre microrganismos e conferem resistência a um ou mais antibióticos. Os principais mecanismos de resistência incluem mudanças no sítio de ligação do fármaco, alteração enzimática do fármaco, diminuição da permeabilidade celular e expressão de bombas de efluxo (MAHONEY *et al.*, 2021).

Embora seja um fenômeno natural, a AMR é intensificada pelo uso indiscriminado dos antimicrobianos, promovendo o surgimento de bactérias resistentes a múltiplas drogas (MDRB), associadas a mais custos em saúde e infecções mais letais (ROLAIN *et al.*, 2016). Dentre as espécies com maiores riscos relacionados à AMR estão o *Staphylococcus aureus* (gram-positivo) e a família *Enterobacteriaceae*, que compreende as espécies

Yersinia enterocolitica, *Escherichia coli* e *Klebsiella pneumoniae* (gram-negativos) (VIVAS *et al.*, 2019).

Atualmente são estimadas 700 mil mortes por ano associadas à AMR (UKUHOR, 2021). Vivas e colaboradores (2019) estimam que até o ano de 2050 não haverá mais antibióticos eficazes no combate às doenças bacterianas, caso novas drogas não sejam descobertas ou desenvolvidas. Deste modo, tornam-se cruciais estudos voltados à descoberta de novos candidatos a fármacos antibacterianos, sobretudo de origem natural.

Uma tendência observada nas últimas décadas é a busca de plantas com potenciais farmacológicos. O uso empírico e medicinal de plantas é histórico, incluindo o uso em doenças infecciosas. Moléculas bioativas correspondem aos produtos do metabolismo secundário da planta, que desempenham funções secundárias na fisiologia vegetal e são importantes na descoberta de novos fármacos. São exemplos taninos, terpenoides, flavonoides, compostos fenólicos e óleos essenciais (SADEEK; ABDALLAH, 2019).

O gênero *Combretum* compreende plantas e arbustos tropicais, alguns sendo nativos da Caatinga e Cerrado brasileiros. Com cerca de 370 espécies descritas, é o principal gênero da família *Combretaceae* (LIMA *et al.*, 2012). Embora haja relatos na medicina popular do potencial antimicrobiano dessas plantas, os dados de análises *in vitro* são escassos (MAGALHÃES *et al.*, 2019).

A espécie *Combretum duarceanum* Cambess. (mofumbo, vaqueta) possui atividades anti-inflamatória, analgésica e antitumoral relatadas na literatura. Estudos com *Combretum leprosum* (pau-de-cutia, carne-de-vaca) revelam também o potencial anti-inflamatório, analgésico e moluciscida. Relatos sobre o potencial biológico de *Combretum mellifluum* (caatinga-branca) são raros. Para essas espécies, são escassos estudos de atividade antibacteriana, embora seja relatado para outros representantes do gênero (LIMA *et al.*, 2012).

Um estudo avaliou extratos de duas espécies do gênero *Combretum* frente a bactérias patogênicas. Foi observado que extratos das frações hexânica, aquosa, diclorometano e acetato de etila de *Combretum edwardsii* e *Combretum krausii* apresentaram atividade antibacteriana e efeito sinérgico a antimicrobianos como penicilina, amoxicilina e cloranfenicol. Os extratos apresentaram atividade frente a patógenos como *S. aureus*, *E. coli* e *K. pneumoniae*, reforçando o potencial antibacteriano

e modulador da resistência do gênero *Combretum* (CHUKWUJEKWU; STADEN, 2016; FANKAM; KUIATE; KUETE, 2015).

METODOLOGIA

Caracterização dos extratos de Combretum spp.

O material vegetal utilizado foram folhas de três espécies de *Combretum*, coletadas no estado do Piauí, Brasil, em janeiro de 2012 nos municípios de Jatobá do Piauí (área de Cerrado Setentrional) e de Floriano (área de Cerrado Meridional). A determinação botânica ao nível de espécie foi realizada pela Dra. Maria Iracema Bezerra Loiola da Universidade Federal do Ceará - UFC, especialista na família *Combretaceae*.

A preparação dos extratos foi realizada no Laboratório de Produtos Naturais, da Universidade Federal do Piauí, coordenado pela Dra. Mariana Helena Chaves (DQ/CCN/UFPI). As folhas foram secas à temperatura ambiente em local arejado, em seguida moídas, em moinho de facas e submetidas ao procedimento de extração por maceração por três vezes, com etanol e água sucessivamente. Cada extração teve a duração de 72 horas. Após o solvente ser removido por destilação em rotaevaporador, a água residual foi removida por liofilização. Foram obtidos os extratos descritos no Quadro 1. Os sete extratos em pó foram pesados e diluídos em 80% dimetilsulfóxido (DMSO) e 20% água destilada para uma concentração final de 10 mg/mL.

Quadro 1 – Caracterização química e botânica dos extratos de *Combretum* spp.

(continua)

Extrato	Código
<i>C. duarteanum</i> Cambess	
Fração etanólica (Norte)	1. CdEtOH (N)
Fração etanólica (Sul)	2. CdEtOH (S)
Fração aquosa (Norte)	3. Cda (N)
Fração aquosa (Sul)	4. Cda (S)

Quadro 1 – Caracterização química e botânica dos extratos de *Combretum* spp.

(conclusão)

Extrato	Código
<i>C. mellifluum</i>	
Fração etanólica	5. CmEtOH
<i>C. leprosum</i>	
Fração etanólica	6. ClEtOH
Fração aquosa	7. Cla

Fonte: do autor.

Linhagens bacterianas

O projeto analisou a atividade antimicrobiana *in vitro* de extratos vegetais frente a bactérias patogênicas. Dentre as gram-positivas, foi utilizada *Listeria monocytogenes* ATCC 7644 (LM) e seis linhagens de *Staphylococcus aureus*: *S. aureus* ATCC 27664 (SA 4), *S. aureus* ATCC 9124150 (SA 5), *S. aureus* ATCC 25178 (SA 6), *S. aureus* IS-58 (SA IS-58), *S. aureus* 1199B NOR (SA NOR) e *S. aureus* RN 4220 (SA RN), sendo as três últimas resistentes a tetraciclinas, fluoroquinolonas e macrolídeos, respectivamente. Dentre as gram-negativas, foram utilizadas *Yersinia enterocolitica* (YE), *Escherichia coli* ATCC 25922 (EC) e *Klebsiella pneumoniae* spp. *pneumoniae* ATCC 10031 (KPP).

Armazenamento e padronização do inóculo

As cepas foram estocadas em microtubos contendo Caldo Infusão Cérebro-Coração (BHI) e glicerol a 20%, sendo refrigerados a -20 °C. Os microrganismos também foram armazenados em ágar Mueller-Hinton (MH) inclinado, mantidos a 4 °C e renovados a cada oito semanas para manter a viabilidade celular dos estoques.

O pré-inóculo das cepas de interesse foi realizado no dia anterior aos experimentos. Uma alíquota de colônias viáveis em ágar MH foi transferida para um tubo de ensaio contendo 5 mL de BHI. Para as linhagens SA IS-58, SA NOR e SA RN, o meio foi acrescido de tetraciclina, norfloxacino e eritromicina a 16, 32 e 64 µg/mL, respectivamente. Os tubos foram identificados e incubados em estufa bacteriológica a 37

°C, durante 24 horas. Para utilização nos ensaios, o pré-inóculo foi padronizado em uma concentração de 0,5 na escala McFarland, equivalente a 10^8 unidades formadoras de colônia (UFC)/mL.

Concentração Inibitória Mínima (CIM) da Tetraciclina

Primeiramente, determinou-se a CIM da tetraciclina (TET), utilizada como controle positivo de inibição de crescimento bacteriano nos demais ensaios. O antimicrobiano foi dissolvido em etanol a uma concentração de 5 mg/mL, aliquotado em microtubos identificados e armazenado a -20 °C. Para a CIM, foram utilizadas as espécies YE, SA 4, SA 5 e SA 6, previamente crescidas em meio BHI, a 10^8 UFC/mL.

Os ensaios foram feitos em microplacas de 96 poços, em réplica e duplicatas independentes. No primeiro poço de cada coluna foram adicionados 195 µL de bactéria diluída em BHI (BAC+BHI) junto a 5 µL de TET a 5 mg/mL, e nos demais poços da respectiva coluna adicionou-se 100 µL de BAC+BHI. A partir do primeiro poço (C1 = 125 µg/mL), foi realizada a diluição seriada da TET, homogeneizando e transferindo 100 µL ao poço seguinte, onde as concentrações de TET foram, na ordem: 125; 62,5; 31,2; 15,6; 7,8; 3,9 e 1,9 µg/mL. Para o controle positivo, adicionou-se ao poço a bactéria em meio contendo a mesma proporção de etanol, sem o antibiótico; para o controle negativo, apenas o meio BHI e 5 µL de solvente etanol (EtOH). A placa foi incubada na estufa durante 24 horas e a leitura foi realizada no dia seguinte com 20 µL do revelador resazurina (7-hidroxi-10-oxidofenoxazina-10-ium-3-ona) a 0,01% por 1 hora.

Triagem dos extratos

A triagem dos extratos foi realizada, em réplica e triplicatas independentes, frente a todos os grupos bacterianos gram-negativos e positivos descritos acima. Os extratos foram dissolvidos na hora do uso na concentração de 10 mg/mL.

Para a triagem, o inóculo bacteriano foi padronizado a partir de uma diluição de 1:100 em BHI. A placa de 96 poços foi identificada com os seguintes códigos: D+; D-; E+; E-; T; e números indicando os extratos.

Nos controles positivos, o inóculo padronizado foi acrescido do solvente a 2,5%, sendo DMSO para D+ e etanol para E+. Os controles negativos correspondiam ao meio de cultivo sem inóculo com 2,5% de DMSO e etanol em D- e E-, respectivamente. O poço T corresponde a 195 µL de BAC+BHI e 5 µL de TET, a uma concentração de 125 µg/mL. Nos poços numerados foram adicionados 195 µL de bactéria em meio e 5 µL do respectivo extrato numerado, a uma concentração inicial de 250 µg/mL (2,5% DMSO). As placas foram incubadas na estufa a 37 °C por 24 horas, e a revelação foi feita no dia posterior com 40 µL do revelador resazurina a 0,01% por 1 hora.

Concentração Inibitória Mínima (CIM) dos extratos

Para os extratos que apresentaram atividade antimicrobiana na triagem foi observada a metabolização da resazurina. Esses extratos foram selecionados para determinar a concentração mínima (CIM) capaz de inibir o crescimento bacteriano.

Os ensaios tiveram por base o método de microdiluição seriada descrito pelo *Clinical & Laboratory Standards Institute* (CLSI), em placas de 96 poços com uma reação de 100 µL. O pré-inóculo foi preparado nos dias anteriores aos experimentos; o inóculo utilizado foi obtido a partir de uma diluição de 1:100 do pré-inóculo em BHI. Para avaliar e comparar a atividade dos extratos utilizamos um controle positivo do crescimento bacteriano, um controle negativo, sem inóculo, e o controle com positivo da inibição, a tetraciclina (T).

No primeiro poço de CIM, a concentração inicial do extrato foi de 500 µg/mL (5% DMSO), de onde foi realizada a diluição seriada até a concentração de 31,25 µg/mL. A placa foi submetida à incubação na estufa a 37 °C por 24 horas. No dia seguinte, foi realizada a revelação semiquantitativa com 20 µL do revelador resazurina a 0,01% por 1 hora.

Concentração Bactericida Mínima (CBM) dos extratos

A Concentração Bactericida Mínima (CBM) é a menor concentração capaz de inibir o crescimento visível de colônias em ágar. Assim como a CIM, os experimentos de CBM foram realizados apenas para os extratos que apresentaram atividade antibacteriana na triagem. Para determinar a CBM, reações de 100 µL foram realizadas em placas de 96

poços contendo os controles e as bactérias submetidas à concentração de 1 ou 2 mg/mL dos extratos selecionados (5% DMSO). No dia seguinte, foi realizado o plaqueamento em ágar BHI, onde as placas de Petri foram incubadas a 37 °C para contagem de colônias no dia posterior.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CIM da Tetraciclina

A tetraciclina é um antibacteriano cujo mecanismo é a inibição da síntese proteica, devido à ligação com a subunidade ribossomal 30S. Na microdiluição em caldo, nenhuma das concentrações testadas apresentou crescimento visível, sendo a CIM da tetraciclina igual ou inferior a 1,9 µg/mL para as linhagens YE, SA 4, SA 5 e SA 6. As linhagens se apresentaram suscetíveis à tetraciclina, de acordo com os pontos de corte do CLSI (CIM ≤ 4 µg/mL para *Enterobacterales* e *Staphylococcus* spp.). Um estudo prévio apresentou CIM igual a 1 µg/mL para linhagens suscetíveis de *S. aureus*, convergindo com os achados do presente estudo (ROCCARO *et al.*, 2004).

Triagem dos extratos

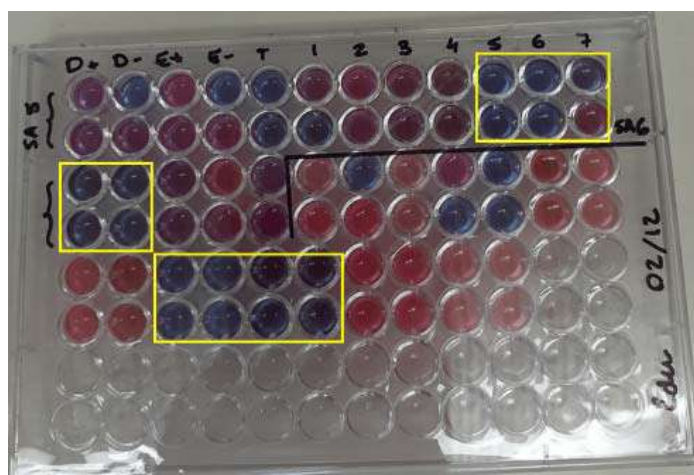
A triagem dos extratos de *Combretum* spp. foi realizada a fim de selecionar aqueles com visível atividade antimicrobiana a 0,25 mg/mL. É descrito na literatura que baixos valores de CIM estão associados a um maior potencial antimicrobiano (MTUNZI *et al.*, 2017). A determinação da atividade se deu pelo revelador resazurina, que é um corante indicador de viabilidade celular (Figura 1). A cor azul indica ausência de crescimento viável, enquanto a cor rosa indica que o composto sofreu reações de oxirredução pelas células bacterianas, indicando crescimento positivo (PINHEIRO *et al.*, 2022).

Na triagem, os extratos etanólicos e aquosos de *C. duarceanum*, *C. mellifluum* e *C. leprosum* não apresentaram atividade antimicrobiana a 0,25 mg/mL frente à *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli* e *Klebsiella pneumoniae* ssp. *pneumoniae*. As frações de *C. leprosum* também não demonstraram atividade contra gram-positivos. Estudos descrevem diferenças no perfil de suscetibilidade entre gram-negativas e gram-positivas,

devido a sua membrana extracelular as gram-negativas são mais resistentes a antibióticos que as gram-positivas (IMPEY *et al.*, 2020; MTUNZI *et al.*, 2017).

Em contrapartida, todas as linhagens de *Staphylococcus aureus* e a *Listeria monocytogenes* foram suscetíveis aos extratos de *C. duarتمانum* e *C. mellifluum* a 0,25 mg/mL. O trabalho de Anokwuru *et al.* (2021) obteve CIMs consideráveis para extratos de *Combretum* spp., sendo o menor valor de 0,45 mg/mL para *C. elaeagnoides*, reforçando o potencial antibacteriano dos extratos de *C. duarتمانum* e *C. mellifluum*.

Figura 1 – Triagem da atividade antimicrobiana dos extratos de *Combretum* spp. pelo método da resazurina.



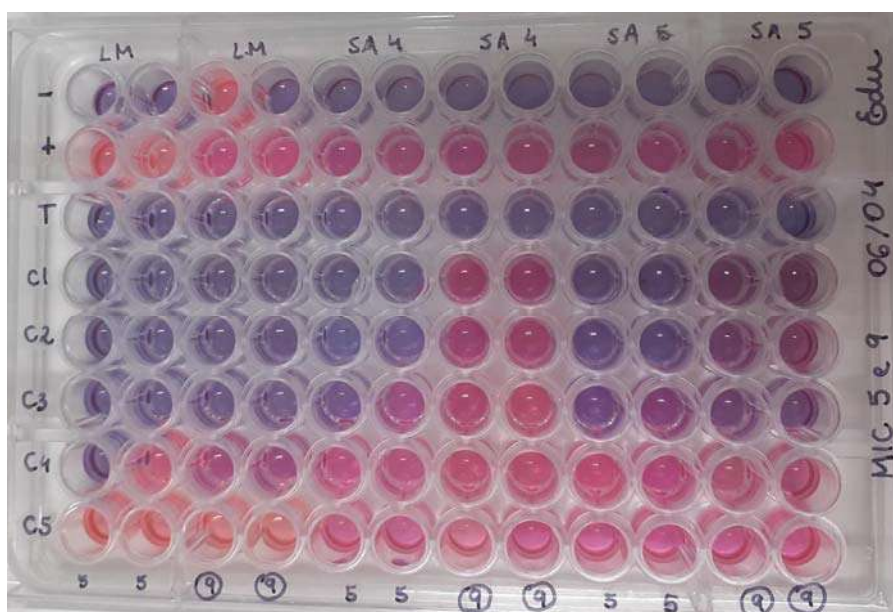
A triagem em duplicata seguiu a seguinte ordem, da esquerda para a direita, de cima para baixo: D+; D-; E+; E-; T; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12. Os extratos de 5 a 8 (*C. duarتمانum*) apresentaram atividade antimicrobiana frente à SA 5 e à SA 6; o extrato 9 (*C. mellifluum*) apresentou atividade apenas contra a SA 5. A cor rosa representa que houve crescimento bacteriano; a cor azul indica inibição ou ausência de crescimento visível. Fonte: do autor.

CIM e CBM dos extratos

Os extratos que demonstraram atividade antimicrobiana na triagem foram utilizados nos experimentos de CIM, correspondendo aos extratos de *C. duarتمانum* e *C. mellifluum* (Figura 2). O resultado anterior indica que a CIM dos extratos *C. leprosum* contra gram-positivos e a CIM de todos os extratos frente às gram-negativas é superior a 0,25 mg/mL.

Os valores de CIM obtidos estão descritos na Tabela 1. Como podemos observar, encontramos CIMs de 0,062 a 0,5 mg/mL para espécies gram-positivas. Os extratos CdEtOH (N) e CdEtOH (S) apresentaram os menores valores de CIM, variando entre 0,062 e 0,125 mg/mL. Um estudo que avaliou o potencial de 49 plantas medicinais malásias frente à *S. aureus* demonstrou que 11% dos valores de CIM eram inferiores a 0,2 mg/mL, e 28% iam de 0,2 a 0,8 mg/mL, convergindo com os achados do presente estudo (XIN *et al.*, 2021).

Figura 2 - Determinação da CIM pelo método da resazurina.



As colunas representam as cepas testadas (LM, SA 4, SA 5), em duplicata, frente aos extratos CdEtOH (N) (5) e CmEtOH (9); -: controle negativo; +: controle positivo; T: controle com tetraciclina; C1: concentração inicial de 0,5 mg/mL para determinação da CIM. A cor rosa representa que houve crescimento bacteriano; a cor azul indica inibição ou ausência de crescimento visível. Fonte: do autor.

As frações etanólicas de *C. duarteanum* apresentaram valores de CIM menores quando comparadas às frações aquosas da mesma espécie. Diferenças no método de extração de moléculas bioativas explicam a divergência da atividade antimicrobiana de diferentes extratos da mesma espécie. É reportado que extratos etanólicos geralmente possuem maior atividade quando comparado aos aquosos, e sugere-se que é devido a uma maior quantidade de polifenóis. Essas moléculas são eficientes na degradação da parede

celular, demonstrando potencial aplicação frente a microrganismos patogênicos (OKWU *et al.*, 2019).

É descrito o isolamento de triterpenos (SONGCA; RAMURAFHI; OLUWAFEMI, 2013), taninos (FYHRQUIST *et al.*, 2020), flavonoides (KATERERE; SERAGE; ELOFF, 2018) e combrestatinas (PETTIT *et al.*, 1998) a partir de espécies de *Combretum*, que apresentam atividade antibacteriana contra patógenos bacterianos.

O desenvolvimento de novos fármacos a partir de moléculas com atividade antibacteriana pode envolver a triagem de extratos brutos ou compostos isolados. Um ponto importante é a avaliação *in vitro* e *in vivo* da toxicidade desses compostos, sendo a concentração inibitória mínima um fator relevante na escolha de novos candidatos. Segundo Okwu e colaboradores (2019), extratos ou compostos isolados são considerados aceitáveis quando apresentam CIM até 8 mg/mL, e relevantes quando inferior a 1 mg/mL.

Tabela 1 – Valores de CIM (mg/mL) dos extratos de *Combretum* spp. frente a patógenos gram-positivos e gram-negativos.

Cepas bacterianas	Extratos						
	CdEtOH (N)	CdEtOH (S)	Cda (N)	Cda (S)	CmEtOH	ClEtOH	Cl
Gram-negativas							
YE	>0,25	>0,25	>0,25	>0,25	>0,25	>0,25	>0,25
EC	>0,25	>0,25	>0,25	>0,25	>0,25	>0,25	>0,25
KPP	>0,25	>0,25	>0,25	>0,25	>0,25	>0,25	>0,25
Gram-positivas							
SA 4	0,125	0,125	0,5	0,25	>0,25	>0,25	>0,25
SA 5	0,125	0,125	0,5	0,25	0,5	>0,25	>0,25
SA 6	0,125	0,125	0,5	0,25	0,5	>0,25	>0,25
SA RN	0,125	0,125	0,5	0,25	0,25	>0,25	>0,25
SA IS-58	0,062	0,062	0,5	0,25	0,25	>0,25	>0,25
SA NOR	0,125	0,062	0,5	0,25	0,5	>0,25	>0,25
LM	0,062	0,062	0,25	0,25	0,125	>0,25	>0,25

Dados obtidos a partir de triplicatas independentes. Fonte: do autor.

Para o CBM, as concentrações utilizadas foram de 1 ou 2 mg/mL, uma vez que as concentrações utilizadas na CIM (maior concentração avaliada foi 0,5 mg/mL) não apresentaram ação bactericida. Foi observado experimentalmente que algumas linhagens não apresentavam crescimento adequado em concentração de DMSO de 8% (o que corresponde a uma concentração de 1 mg/mL de extrato, partindo do estoque de 10 mg/mL), quando comparado ao crescimento na ausência de solvente, embora seja relatado que abaixo de 10% tal solvente não apresenta toxicidade celular (FLORAO *et al.*, 2007). Portanto, foram realizadas novas diluições dos extratos 3, 4 e 5 (Quadro 1) em 50% DMSO, viabilizando o crescimento das cepas sensíveis e a avaliação do potencial bactericida dos compostos.

Os extratos etanólicos dissolvidos em 80% DMSO (1 e 2) de *C. duarteana* apresentaram CBM igual a 1 mg/mL para SA IS-58 e LM; as frações aquosas de *C. duarteana* (3 e 4) em 50% DMSO apresentaram CBM igual a 1 mg/mL para SA IS-58 e LM, e 2 mg/mL para SA 6 e SA RN. O extrato etanólico de *C. mellifluum* (5) em 50% DMSO apresentou CBM de 1 mg/mL para SA IS-58 e LM (Tabela 2). Para as demais cepas o valor de CBM é maior do que as concentrações avaliadas.

Segundo Uc-Cachón *et al.* (2021), a atividade de um extrato pode ser considerada bactericida ou bacteriostática a partir do *ratio* CBM/CIM (Tabela 2). O extrato 3 possui atividade bactericida (*ratio* ≤ 4) frente às cepas de *S. aureus* SA 6, SA RN, SA IS-58 e à LM; o extrato 4 foi bactericida frente à SA IS-58 e LM, enquanto o extrato 5 apresentou a mesma atividade apenas contra a SA IS-58. Os demais extratos possuíram atividade bacteriostática (*ratio* > 4) frente às linhagens testadas. Os resultados frente às cepas de *S. aureus* resistentes são muito promissores.

Um estudo desenvolvido por Baldé e colaboradores (2021) demonstrou a atividade antimicrobiana de extrato das raízes de *Terminalia albida* (*Combretaceae*), reforçando o potencial de descoberta de novas moléculas com atividade antibacteriana a partir de plantas da família. Outro estudo utilizou compostos como taninos, triterpenos e compostos fenólicos isolados de *Combretum hartmannianum* Schweinf; a menor CIM foi de 0,25 mg/mL para a luteolina frente ao *Mycobacterium smegmatis*, sugerindo o potencial antimicrobiano destes compostos e destacando a relevância do gênero *Combretum* (SALIH *et al.*, 2021).

Tabela 2 – Valores de CBM (mg/mL) e *ratio* CBM/CIM dos extratos de *C. duar-teanum* Cambess e *C. mellifluum* frente a gram-positivos.

Cepas bacterianas	Extratos									
	CdEtOH (N)		CdEtOH (S)		Cda (N)		Cda (S)		CmEtOH	
	CBM	<i>Ratio</i>	CBM	<i>Ratio</i>	CBM	<i>Ratio</i>	CBM	<i>Ratio</i>	CBM	<i>Ratio</i>
SA 6	-	-	-	-	2	4	2	8	-	-
SA RN	-	-	-	-	2	4	2	8	-	-
SA IS-58	1	16	1	16	1	2	1	4	1	4
LM	1	16	1	16	1	4	1	4	1	8

-: CBM não encontrada nas concentrações testadas. Os valores de CBM em negrito representam atividade bactericida (*ratio* ≤ 4) do extrato frente à cepa testada. Os dados representam os resultados de dois experimentos independentes. Fonte: do autor.

CONCLUSÕES

Dado o aumento na resistência aos antimicrobianos, cresce a relevância de pesquisas voltadas à pesquisa de novas moléculas com atividade antibacteriana. O gênero *Combretum* compreende plantas nativas do Nordeste brasileiro, que surgem como uma potencial fonte de compostos fitoquímicos com atividade antimicrobiana. Conclui-se que as plantas do gênero *Combretum* possuem potencial farmacológico frente a patógenos como *S. aureus* e *L. monocytogenes*, com CIM inferior a 0,5 mg/mL e CBM inferior a 2 mg/mL. Portanto, a família *Combretaceae* e o gênero *Combretum* apresentam relevância etnofarmacológica no combate de linhagens bacterianas, incluindo grupos resistentes a múltiplos antimicrobianos.

Perspectivas

A busca por novos antibióticos é um campo explorado por diversas pesquisas. Os microrganismos, em especial bactérias, sofrem com a pressão seletiva do ambiente e se tornam cada vez mais resistentes a um ou múltiplos antimicrobianos. O presente trabalho reforça o potencial fitoquímico de plantas do gênero *Combretum*, que surgem como potencial fonte de moléculas antibacterianas. Embora não tenha sido encontrada atividade antimicrobiana contra as bactérias gram-negativas nos testes realizados, são

necessários mais estudos a fim de aprofundar os conhecimentos na área e comprovar a atividade contra o grupo; também se fazem necessários estudos de isolamento e caracterização dos compostos com atividade antimicrobiana, bem como o mecanismo de ação e o sinergismo com antibióticos.

REFERÊNCIAS

- ANOKWURU, C. P. et al. Investigating antimicrobial compounds in South African Combretaceae species using a biochemometric approach. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 269, p. 113681, 2021.
- BALDÉ, M. A. et al. Bioassay-guided isolation of antiplasmodial and antimicrobial constituents from the roots of *Terminalia albida*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 267, p. 113624, 2021.
- CHUKWUJEKWU, J. C.; VAN STADEN, J. In vitro antibacterial activity of *Combretum edwardsii*, *Combretum krausii*, and *Maytenus nemorosa* and their synergistic effects in combination with antibiotics. **Frontiers in Pharmacology**, v. 7, n. 208, p. 1-9, 2016.
- FANKAM, A. G.; KUIATE, J. R.; KUETE, V. Antibacterial and antibiotic resistance modifying activity of the extracts from *Allanblackia gabonensis*, *Combretum molle* and *Gladiolus quartianus* against Gram-negative bacteria including multi-drug resistant phenotypes. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 15, n. 1, p. 1-12, 2015.
- FLORAO, A. et al. Efeitos do Dimetilsulfóxido sobre a Proliferação de Linfócitos Humanos in vitro. **Latin American Journal of Pharmacy**, v. 26, n. 2, p. 215, 2007.
- FYHRQUIST, P. et al. HPLC-DAD and UHPLC/QTOF-MS Analysis of Polyphenols in Extracts of the African Species *Combretum padoides*, *C. zeyheri* and *C. psidioides* Related to Their Antimycobacterial Activity. **Antibiotics**, v. 9, n. 8, p. 459, 2020.
- HUTCHINGS, M. I.; TRUMAN, A. W.; WILKINSON, B. Antibiotics: past, present and future. **Current opinion in microbiology**, v. 51, p. 72-80, 2019.
- IMPEY, R. E. et al. Overcoming intrinsic and acquired resistance mechanisms associated with the cell wall of Gram-negative bacteria. **Antibiotics**, v. 9, n. 9, p. 623, 2020.
- KATERERE, D. R.; SERAGE, A.; ELOFF, J. N. Isolation and characterisation of antibacterial compounds from *Combretum apiculatum* subspecies *apiculatum* (Combretaceae) leaves. 2018.
- LIMA, G. R. et al. Bioactivities of the genus *Combretum* (Combretaceae): a review. **Molecules**, v. 17, n. 8, p. 9142-9206, 2012.

- MAGALHÃES, K. et al. Medicinal plants of the Caatinga, northeastern Brazil: Ethnopharmacopeia (1980–1990) of the late professor Francisco José de Abreu Matos. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 237, p. 314-353, 2019.
- MAHONEY, A. R. et al. The silent pandemic: emergent antibiotic resistances following the global response to SARS-CoV-2. **Iscience**, v. 24, n. 4, p. 102304, 2021.
- MTUNZI, F. M. et al. Solvent–solvent fractionations of *Combretum erythrophyllum* (Burch.) leave extract: Studies of their antibacterial, antifungal, antioxidant and cytotoxicity potentials. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 10, n. 7, p. 670-679, 2017.
- OKWU, M. U. et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) and antiMRSA activities of extracts of some medicinal plants: A brief review. **AIMS microbiology**, v. 5, n. 2, p. 117, 2019.
- O'NEILL, J. Antimicrobial resistance: tackling a crisis for the health and wealth of nations: December 2014. **Review on Antimicrobial Resistance**, 2014.
- PETTIT, G. R. et al. Antineoplastic agents. 291. Isolation and synthesis of combretastatins A-4, A-5, and A-6. **Journal of medicinal chemistry**, v. 38, n. 10, p. 1666-1672, 1995.
- PINHEIRO, P. G. et al. Ferulic acid derivatives inhibiting *Staphylococcus aureus* tetK and MsrA efflux pumps. **Biotechnology Reports**, v. 34, p. e00717, 2022.
- ROCCARO, A. et al. Epigallocatechin-gallate enhances the activity of tetracycline in staphylococci by inhibiting its efflux from bacterial cells. **Antimicrobial agents and chemotherapy**, v. 48, n. 6, p. 1968-1973, 2004.
- ROLAIN, J. M. et al. Do we need new antibiotics?. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 22, n. 5, p. 408-415, 2016.
- SADEEK, A. M.; ABDALLAH, E. M. Phytochemical Compounds as Antibacterial Agents: a mini review. **Global Journey of Pharmacy & Pharmaceutical Sciences**, v. 7(4): 555720, 2019.
- SALIH, E. Y. et al. Hydrolyzable tannins (ellagitannins), flavonoids, pentacyclic triterpenes and their glycosides in antimycobacterial extracts of the ethnopharmacologically selected Sudanese medicinal plant *Combretum hartmannianum* Schweinf. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 144, p. 112264, 2021.
- SONGCA, S. P.; RAMURAFHI, E.; OLUWAFEMI, O. S. A pentacyclic triterpene from the leaves of *Combretum collinum* Fresen showing antibacterial properties against *Staphylococcus aureus*. **Afr J Biochem Res**, v. 7, n. 7, p. 113-121, 2013.
- TORTORA, G. J.; CASE, C. L.; FUNKE, B. R. **Microbiologia**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2016.
- UC-CACHÓN, A. H. et al. Antibacterial and antibiofilm activities of Mayan medicinal plants against Methicillin-susceptible and-resistant strains of *Staphylococcus aureus*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 279, p. 114369, 2021.

UKUHOR, H. O. The interrelationships between antimicrobial resistance, COVID-19, past, and future pandemics. **Journal of Infection and Public Health**, v. 14, n. 1, p. 53-60, 2021.

VIVAS, R. et al. Multidrug-resistant bacteria and alternative methods to control them: an overview. **Microbial Drug Resistance**, v. 25, n. 6, p. 890-908, 2019.

XIN, L. Y. et al. Antibacterial potential of Malaysian ethnomedicinal plants against methicillin-susceptible *Staphylococcus aureus* (MSSA) and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 28, n. 10, p. 5884-5889, 2021.

BIOLOGIA REPRODUTIVA DE ESPÉCIES DE CACTACEAE NA CAATINGA BRASILEIRA: INDICAÇÃO DE PADRÃO E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Mônica Barbosa Vieira¹ Zelma Glebya Maciel Quirino²

RESUMO

A família das Cactaceae possui grande biodiversidade de gêneros e espécies, a América em geral possui o maior número, sendo muitas dessas endêmicas. Com o objetivo de realizar o levantamento de dados das exsicatas nos Herbários brasileiros este trabalho foi proposto. Para tanto, foram coletadas informações na plataforma *SpeciesLink*. A partir das informações das coordenadas, as localizações das diferentes áreas de coleta, foi elaborado um mapa da distribuição das diferentes espécies. Um total de 669 registros encontrados em 37 Herbários no país. Os resultados indicam uma grande variação de coletas, com especial concentração em estados: Bahia, Pernambuco e Paraíba. Possivelmente, esta divergência entre os estados nordestinos, de uma maneira geral, pode ser devido ao número de coleções presentes e/ou pela extensão do bioma da Caatinga nos seus territórios. Baseado nos dados encontrados para o gênero *Melocactus* existe uma distribuição heterogênea no domínio fitogeográfico da Caatinga.

Palavras-chave: *Melocactus*. Fenologia. Dados de Herbário.

¹ monicavieira@hotmail.com

² zelmaglebya@gmail.com, Biologia reprodutiva de espécies de Cactaceae na caatinga brasileira: indicação de padrão e distribuição geográfica/Distribuição e Reprodução de *Melocactus* no nordeste brasileiro - Etapa II, 3216-7570 e-mail: cadastrcgpac@propesq.ufpb.br

APRESENTAÇÃO

A família das Cactaceae possui 81 gêneros ocorrentes no Brasil e 15 são endêmicos (Zappi & Taylor 2020) um de seus gêneros que se destaca é o *Melocactus* com 32 espécies, sendo 22 delas endêmicas no Brasil (Zappi & Taylor 2020). Os cactos possuem sua morfologia tubercular, costelados com presença de espinhos centrais e radiais, cefálio terminal onde ocorre a floração e frutificação (MARTINS, 2020). Suas flores tubulosas de cores vibrantes, síndrome de polinização ornitófila e lepidóptera, frutos cônicos e bacosos dispersos por lagartos e formigas (HUGHES, 2009). Especialmente os estudos da biologia reprodutiva e a fenologia floral são de grande importância, para com, interesses de pesquisas em conservação de espécies endêmicas (LUZ-FREIRE, 2013).

O gênero *Melocactus* possui valores tanto econômico, como ecológico e cultural, e suas espécies podem ser utilizadas como ornamentais, forrageiras, alimentícia, místico religioso, medicinal, bioindicador de chuva e medicina animal (SILVA, 2015). Devido a toda sua importância, se faz necessário estudos que possam trazer mais informações sobre sua biologia reprodutiva, fenologia floral, interações bióticas e assim como sua distribuição geográfica (BRAVO FILHO, 2018). A fauna da Caatinga está intimamente ligada a família Cactaceae, em especial ao gênero *Melocactus*, que mantém sua floração contínua ao longo do ano, proporcionando dos recursos a polinizadores e dispersores (QUIRINO & MACHADO, 2014).

Com o objetivo de contribuir com o conhecimento a cerca da ecologia do gênero *Melocactus*, este estudo, descreve através de dados de Herbários a distribuição geográfica, das espécies. Além de categorizar dados sobre a morfologia das flores e frutos, e as espécies visitantes as flores.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Adaptações presentes em espécies vegetais presentes em ambientes com elevado déficit hídrico, como o semiárido brasileiro, são bastante específicas. Não só os caracteres morfológicos e fisiológicos, como também o ciclo de vida das plantas, são responsáveis

por uma distribuição ao longo de um bioma caracterizado por uma estação seca tão marcante. Espécies como os cactos, bromélias são representantes destes grupos.

A família Cactaceae apresenta grande importância para o ecossistema da Caatinga, principalmente por sua diversidade e endemismo (ZAPPI *et al.*, 2015). No entanto, cerca de 31% destas espécies estão sob o risco de extinção. Além de fatores que afetam o ciclo de vida como: a intensidade das fenofases reprodutivas, desenvolvimento e estabilidade das plantas diferem entre populações, no qual, espécies colunares e globosas estão presentes com maior frequência (SANTOS, 2009; HUGHES, 2014; RIBEIRO, 2011). Cactos globulares tem habitat sob arbustos e podem se estabelecer em áreas abertas, sugerindo que a associação positiva entre cactos e demais espécies perenes (Mandujano *et al.* 2002, López & Valdivia 2007).

O cacto globoso *Melocactus* ocorre no Nordeste de Minas Gerais até os Brejos de Altitude nos estados de Pernambuco e Paraíba, em inselbergs gnáissicos e rochas cristalinas e areníticas circundadas por matriz de Caatinga arbórea consistindo predominantemente de vegetação xerófila (Taylor & Zappi 2004). As populações de *Melocactus* têm destruição de habitats por atividades antrópicas e extrativismo predatório pelo potencial ornamental, os quais são impactantes para o contingente populacional das espécies do gênero *Melocactus* (Taylor & Zappi 2004).

Uma das prioridades destacadas por órgãos responsáveis pela conservação da biodiversidade e pesquisadores é a disponibilização de dados concretos e atualizados sobre a distribuição geográfica das espécies, associados a características bióticas. O número de trabalhos que tratam dos padrões de distribuição das plantas, incluindo espécies endêmicas ou ameaçadas de extinção, vem aumentando progressivamente (Wanderley, 1990; Gentry, 1992; Miotto & Waechter, 1996; Lima & Guedes-Bruni, 1997; Longhi-Wagner & Zanin, 1998; Chiquieri *et al.*, 2004; Marchioretto *et al.*, 2004; Calvente *et al.*, 2005), o que enfatiza a importância da compreensão acerca da espacialidade e da ecologia populacional visando a conservação de espécies, porém ainda ausente para cactáceas de maneira geral.

METODOLOGIA

A coleta dos dados foi realizada de maneira virtual, no sítio *SpeciesLink*, seguindo um parâmetro desde 1990 até o ano de 2021 com um total de 32 anos de registros e incluindo os demais 9 estados de interesse.

O estudo foi realizado com os dados referentes à Caatinga, onde, segundo o Instituto Brasileiro Geográfico e Estatística (IBGE), abrange uma área territorial de aproximadamente 800.000 Km² (PRADO, 2003). Os estados englobados dessa área vão desde Minas Gerais, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Piauí, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte. Coletou-se os dados das exsicatas *online* presentes como: espécie e subespécie, estado em que foi coletado, mês da coleta, ano, visitantes observados, hábito, substrato, cor do fruto e da flor, biologia reprodutiva e etc. A seguir foi elaborada uma planilha com o armazenamento de dados e posteriormente foram elaborados gráficos para a análise dos resultados encontrados.

Em seguida, foram retiradas informações sobre as coordenadas geográficas (X e Y) em cada exsicata, dessa forma, a partir das informações das colunas X e Y, foi gerado um arquivo vetorial com representação pontual e inserido no SIG, possibilitando a confecção dos mapas de localização das espécimes.

Para a produção do mapa utilizou-se o software Qgis 3.22.6. Como também, utilizando o sistema de projeção geográfica baseado no plano cartesiano dos eixos em Latitude (y) Longitude (x) para coordenadas e integrado ao Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000). Para cada exsicata, quando disponível, foi retirada as coordenadas e analisadas no programa QGIS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados um total de 669 exsicatas e 36 espécies, distribuídas em 37 Herbários. Apenas 28 registros possuíam a identificação apenas para o gênero. A tabela de espécies pode ser observada na Tabela 1.

Os dados das exsicatas analisadas representam em sua maioria o hábito de erva crassa glabra com um total de 22 registros, seguido por herbácea com 18 e rupícola com 11.

A espécie *M. zehntneri* foi mais expressiva, contendo 275 registros distribuídos em quase todos os estados de interesse, exceto em Minas Gerais.

Com relação à morfologia floral do *Melocactus* observou-se a indicação de flores róseas em grande parte dos registros, no total de 201 amostras, seguida pela cor magenta com 27 registros, demonstrado na Figura 1. Dados de biologia floral, como horário de antese, também estavam presentes, sempre no horário da tarde, por volta das 14:30h, classificada como diurna e vespertina.

Tabela 1. O número total de registro para cada uma das 36 espécies de *Melocactus*, o número total de registro para cada e os estados onde foram coletadas, desde o ano de 1990 a 2021 presentes no bioma da Caatinga Brasileira, dados disponibilizados na plataforma *SpeciesLink*.

(continua)

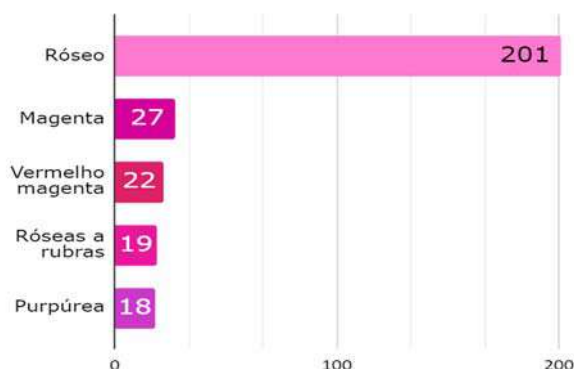
Espécies	Quantidade	Estados
<i>M. zehntneri</i>	275	AL, BA, CE, PB, PE, RN, SE, PI
<i>M. ernestii</i>	73	AL, PB, PE, MG, BA, SE
<i>M. ernestii subsp. ernestii</i>	47	BA, PB, PE
<i>M. bahiensis</i>	45	AL, BA, CE, PB, PE, RN, SE
<i>M. violaceus</i>	38	AL, BA, CE, PB, PE, RN, SE
<i>M. violaceus margaritaceus</i>	24	AL, BA, SE, PE
<i>M. salvadorensis</i>	19	BA
<i>M. concinnus</i>	16	BA, MG, PE
<i>M. glaucescens</i>	13	BA
<i>M. paucispinus</i>	10	BA
<i>M. bahiensis acispinosus</i>	1	BA
<i>M. conoideus</i>	1	BA
<i>M. azureus subsp. ferreophilus</i>	1	BA
<i>M. ferreophilus</i>	1	BA
<i>M. macrodiscus</i>	1	PB

Tabela 1. O número total de registro para cada uma das 36 espécies de *Melocactus*, o número total de registro para cada e os estados onde foram coletadas, desde o ano de 1990 a 2021 presentes no bioma da Caatinga Brasileira, dados disponibilizados na plataforma *SpeciesLink*.

(conclusão)

Espécies	Quantidade	Estados
<i>M. lanssensianus</i>	1	PB
<i>M. depressus</i>	1	BA
<i>M. albicephalus</i>	2	BA
<i>M. azureus subsp. azureus</i>	2	BA
<i>M. deinacanthus</i>	2	BA
<i>M. pachyacanthus subsp. viridis</i>	2	BA
<i>M. sergipensis</i>	2	SE
<i>M. inconcinnus</i>	3	BA
<i>M. violacea subsp. violaceus</i>	3	PB
<i>M. azureus</i>	4	PI, BA
<i>M. violaceus subsp. ritteri</i>	4	PE, BA
<i>M. bahiensis subsp. amethystinus</i>	5	MG, BA
<i>M. horridus</i>	5	PE
<i>M. pachyacanthus</i>	5	BA
<i>M. ernestii subsp. longicarpus</i>	7	MG, BA
<i>M. levitestatus</i>	6	BA, MG
<i>M. oreas subsp. cremnophilus</i>	6	BA
<i>M. oreas subsp. oreas</i>	6	BA
<i>M. bahiensis subsp. bahiensis</i>	8	PE, BA, AL
<i>M. amethystinus</i>	1	MG
<i>M. deinacanthus</i>	2	BA

Figura 1 - Padrão de cores das flores observadas nas espécies de *Melocactus* encontradas na Caatinga Brasileira, presentes no *SpeciesLink*, desde 1990 a 2021.



O padrão de cores nas flores e frutos, observados para as espécies em geral são róseas a magenta, possuindo cores vibrantes e chamativas para ornitofilia, psicofilia, melitofilia e esfingofilia. Análogo a isso foi as cores dos frutos rosados a magenta a baga com coloração de róseos a branco, possui sementes fotoblásticas positivas, são frutos cônicos com 2 cm de comprimento, expelidos no período da tarde (Figura 2).

Figura 2 - Cores encontradas nos frutos das espécies analisadas de *Melocactus* e a quantidade encontrada no bioma da Caatinga Brasileira, presentes no *SpeciesLink*, desde 1990 a 2021.



As flores possuem morfologia passível de síndrome de polinização, nos dados das exsicatas foram observadas informações sobre visitantes, sendo distribuídos nos seguintes grupos de polinizadores: beija-flores com 68 registros e 13 com beija-flores e borboletas, sempre sendo indicado que realizavam visitas legítimas às flores.

Em período reprodutivo foi encontrado, levando em consideração as anotações para cada táxon encontrado no herbário, o período de floração e frutificação analisou 295

exsicatas em período de reprodução, incluindo os requisitos da cor da flor, cor do fruto, tamanho da flor e do fruto.

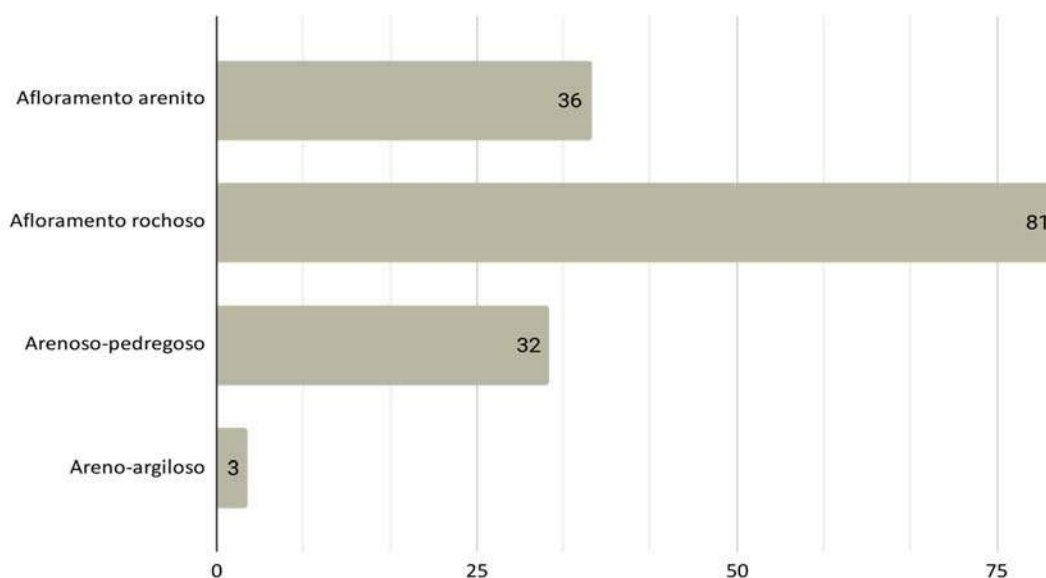
Como recurso, os *Melocactus* ofertaram mucilagem encontrada em apenas 3 registros. Embora seja bastante comum a presença de mucilagem nos frutos.

Dentre os visitantes aos frutos, espécies de lagarto foram as mais observadas sendo um total de 37 indicadas. Alguns trabalhos na literatura já indicam a presença do mesmo tanto a flor, como ao fruto, portanto um duplo mutualismo, polinizador e dispersor, para algumas espécies do gênero (GOMES *et al*, 2014; GOMES, *et al*, 2016). Espécies de lagartos na caatinga parecem exercer uma relação muito estreita com espécies da família, e com isso aperfeiçoando a busca de recursos no ambiente, utilizando-se de uma diversidade de recursos ofertados pela família Cactaceae.

Um registro apenas, relatou a presença de formigas, em conjunto com lagartos. Formigas visitando frutos de *Melocactus* também já foram relatadas em outros estudos (GARCIA, 2021).

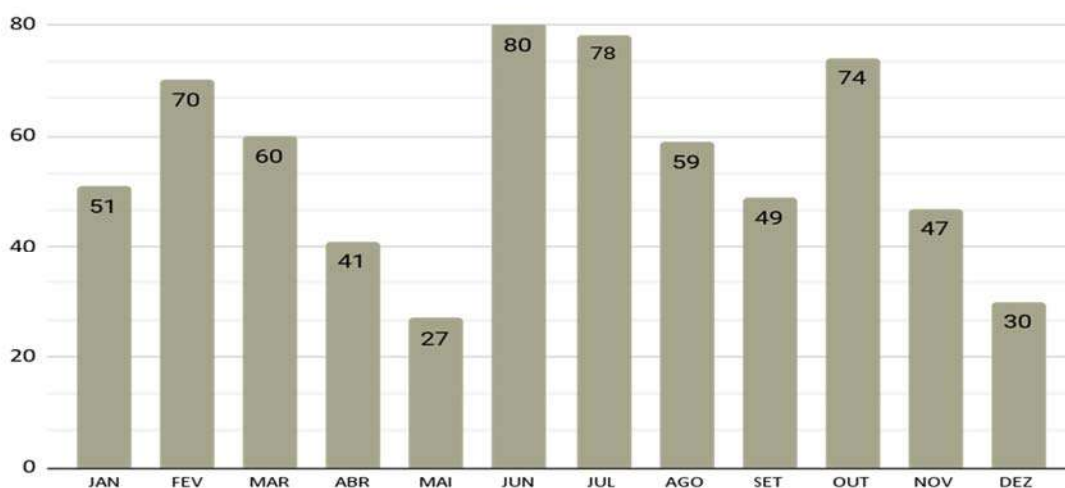
Com relação aos diferentes tipos de substratos onde as espécies são comumente encontradas, se concentra em afloramentos rochosos, nosso estudo indicou um total de 81 registros (Figura 3). Outros substratos em menor quantidade, também foram observados, como afloramentos arenito (36); arenoso-pedregoso (32).

Figura 3 - Padrão de substratos observados para o gênero de *Melocactus*, na Caatinga Brasileira. Conforme dados de Herbários nos anos de 1990 a 2021. Fonte: *SpeciesLink*.



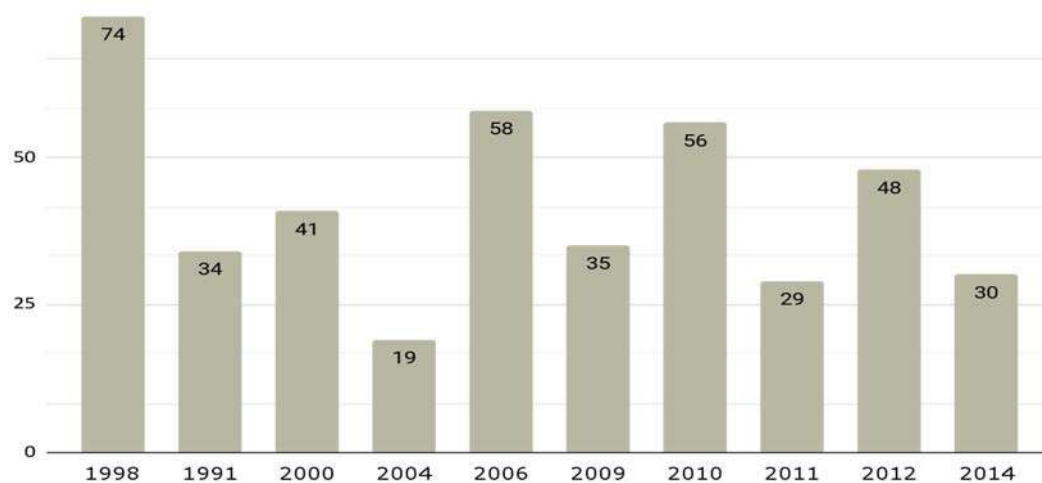
Os meses que foram encontradas o maior número de coletadas foram junho e julho. Um segundo pico de coletas também é observado no mês de outubro (Figura 4). Tal fenômeno pode estar relacionado com o final da estação chuvosa e início da estação seca na região semiárida brasileira. E geralmente as excursões de coletas dos pesquisadores se encontram no período de maior atividade de floração da vegetação. Por outro lado, algumas espécies da família Cactaceae apresentam sua floração no final da estação seca, e com isso acabam tendo a maturação de seus frutos coincidindo com a estação chuvosa e consequentemente beneficiar-se da dispersão de suas sementes, no período (LUCENA, 2007).

Figura 4 - Número de registro dos dados de espécies de *Melocactus*, no período de 1990 a 2021, distribuídos ao longo dos meses do ano. Fonte: Plataforma *SpeciesLink*.



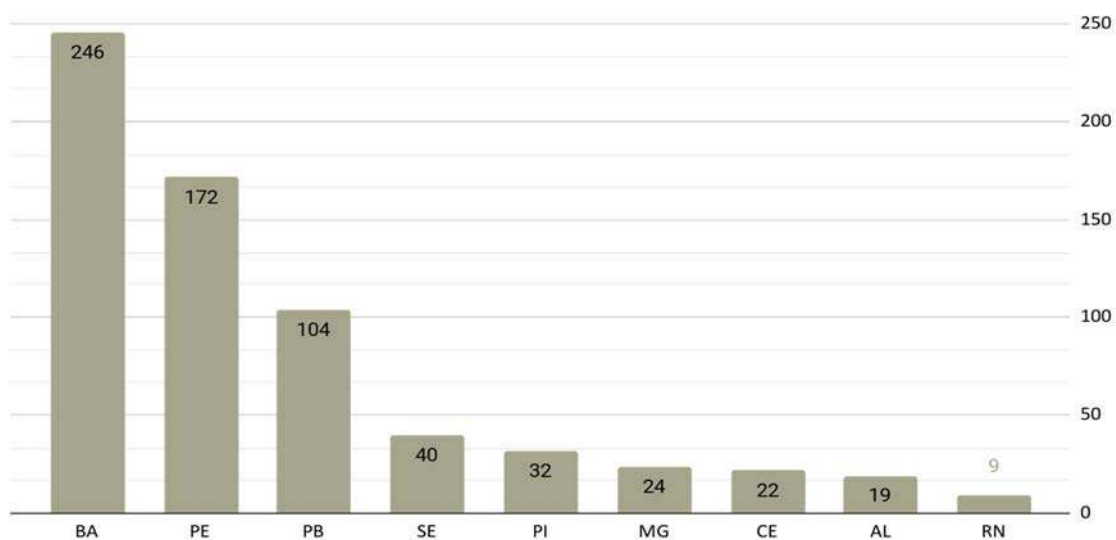
Na análise de dados observa-se uma quantidade de registros, entre os anos, de 1990 a 2021, seguindo um padrão relativamente constante, com uma média de 39 registros por ano, a exceção do ano de 1998, o qual encontramos 74 exsiccatas (Figura 5). Os anos de 1998, 2006, 2010 foram períodos que na região Nordeste havia um aumento no número de projetos sendo desenvolvidos, uma vez que coincide com a expansão da pós-graduação na área de Ecologia Vegetal, uma vez que os projetos de coletas de dados botânicos têm sido mais escassos, nos últimos anos.

Figura 5 - Número total de registros do gênero *Melocactus* coletados por ano, desde 1990 a 2021, ocorrentes na caatinga brasileira. Fonte: *SpeciesLink*.



A maior frequência de coletadas foi observada no estado da Bahia, com 246 registros, seguido por Pernambuco (172) e Paraíba (104) (Figura 6). As concentrações encontradas neste estudo para os três estados, pode ser justificada pela maior escala geográfica do bioma caatinga contido nos mesmos. Conclusões semelhantes são indicadas por BRAVO FILHO (2014).

Figura 6 - Número de coleta registradas para *Melocactus* nos anos de 1990 a 2021, por estado de ocorrência, na caatinga brasileira, Fonte: *SpeciesLink*.



Os resultados obtidos referentes aos Herbários mais frequentes podem ser vistos na Figura 7. O Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS) com 16,2% (148 registros) ao longo dos 32 anos da análise, sendo em número o de maior significância. Seguido encontramos o Herbário Geraldo Mariz (UFP) com 6,5% (60 registros), pertencente a Universidade Federal de Pernambuco. Os 73,3% restante são distribuídos com os demais Herbários (35), encontrados para esse estudo.

Ao plotarmos os dados de localização das coletas das espécies de *Melocactus*, conseguimos georreferenciar 571 pontos, através das coordenadas geográficas presentes nas fichas das exsicatas (Figura 8). Para 118 registros não encontramos localização, destacando que a maioria foram coletadas nos anos 90. Através do georreferenciamento das amostras coletadas, foi construído um mapa com a distribuição para o semiárido nordestino. Pode-se observar uma concentração em áreas de menor pluviosidade e nos estados da Bahia, Pernambuco e Paraíba. Esta concentração pode refletir o padrão não só das coletas para as espécies do gênero, mas também uma indicação de um padrão de distribuição ao longo de um gradiente de pluviosidade na região.

Figura 7 - Porcentagens de registros para espécies de *Melocactus* por Herbários para os anos de 1990 a 2021. HUEFS - Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana, UFP - Herbário Geraldo Mariz e BHCB - Fanerógamas Herbário da UFMG. Fonte: plataforma *SpeciesLink*.

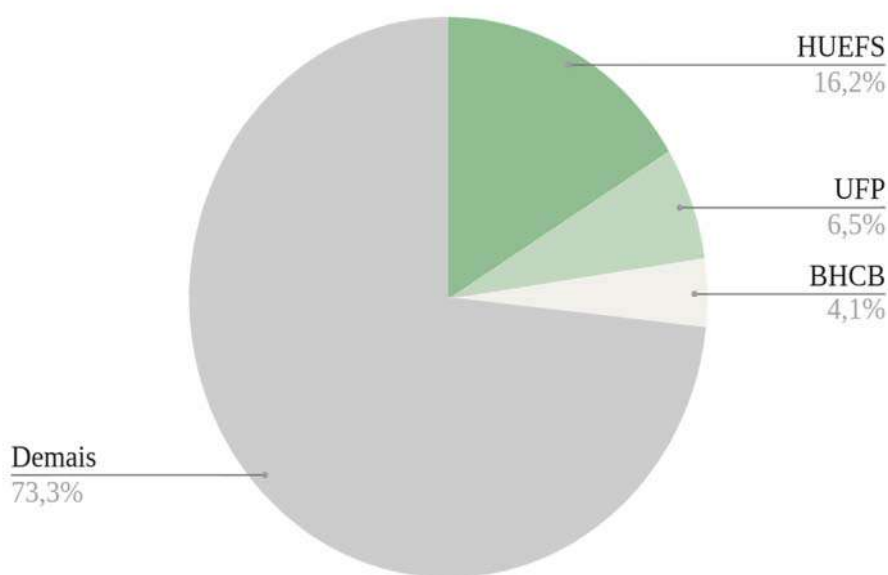
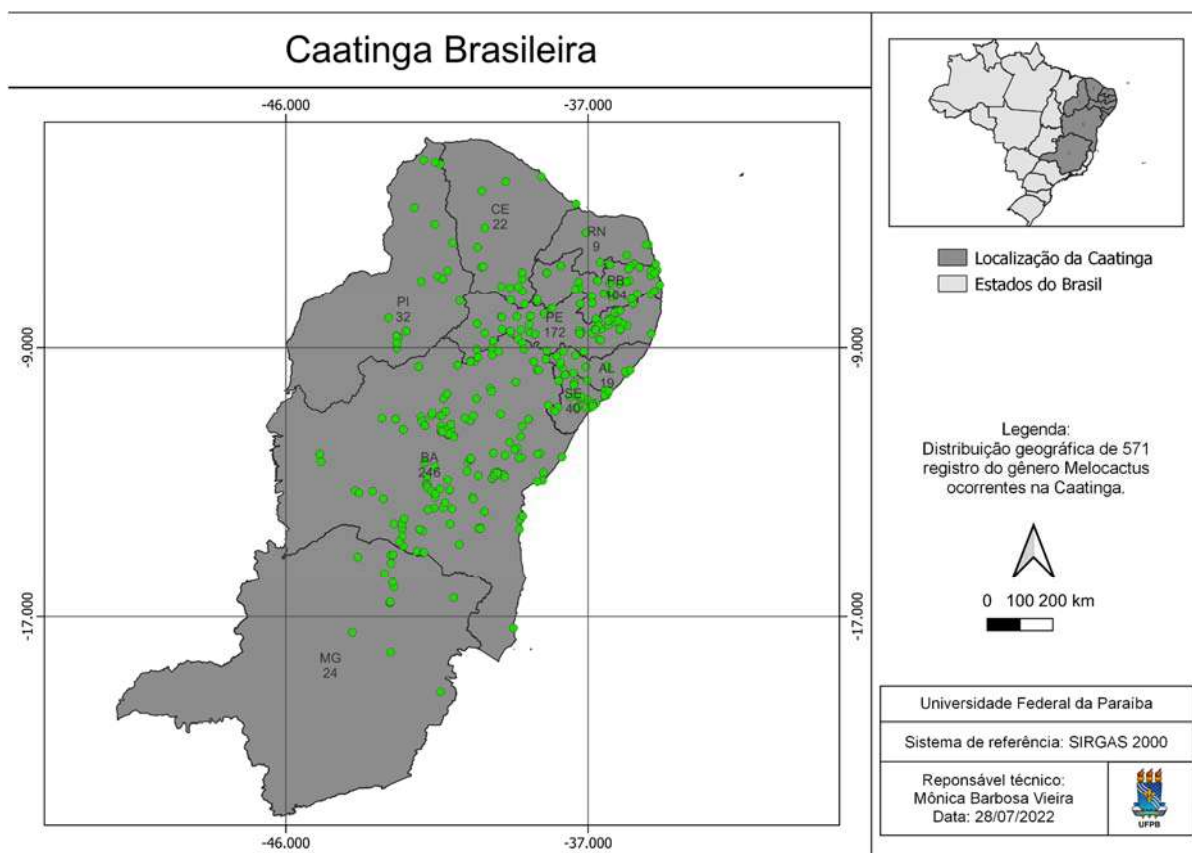


Figura 8. Distribuição dos indivíduos de *Melocactus* observados ao longo dos nove estados brasileiros de interesse, para os anos de 1990 a 2021. Fonte: *SpeciesLink*.



CONCLUSÕES

O banco de dados elaborado para o gênero *Melocactus*, a partir de informações contidos na plataforma *SpeciesLink*, nos anos de 1990 a 2021, indicou um padrão de distribuição semelhante nos estados analisados. Com uma concentração nos estados da Bahia, Pernambuco e Paraíba, possivelmente devido ao grande número de Herbários na região e de pesquisadores, além da extensão territorial dos estados mencionados. Além de seguir um gradiente de pluviosidade na região.

Conclui-se ainda que, os dados analisados encontrados no herbário referentes ao período reprodutivo considerando a biologia da flor e do fruto, para as espécies do gênero como um todo.

A menor quantidade de registros encontrados para os estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Alagoas e Minas Gerais aponta para a necessidade de intensificar o número de coletas direcionadas para *Melocactus*, uma vez que tanto de solo, como de

precipitação esses estados possuem regiões fitogeográficas semelhantes aos com maior incidência de registros.

Perspectivas

Espera-se que projetos de conservação de espécies do gênero *Melocactus* utilizem esses dados para uma melhor compreensão da distribuição geográfica e os processos reprodutivos das espécies, em especial as mais ameaçadas e/ou criticamente ameaçadas de extinção. Além de alertar sobre as regiões pouco exploradas de coleta ou inexistentes, sendo um gênero muito importante presente na flora da Caatinga, como um todo. Assim nessa perspectiva esperamos ter contribuído para novos estudos sobre Cactáceas.

REFERÊNCIAS

BRAVO FILHO, Eronides Soares. Diversidade, etnobotânica e propagação de cabeça-de-frade (*Melocactus* Link & Otto-Cactaceae) no estado de Sergipe. 2014.

BRAVO FILHO, Eronides S. *Melocactus* (Cactaceae) no estado de Sergipe (Brasil) e aspectos de sua conservação. *Lilloa*, v. 55, n. 1, p. 1-10, 2018.

Calvente, A.M.; Freitas, M.F. & Andreato, R.H.P., 2005. Listagem, distribuição geográfica e conservação das espécies de Cactaceae no Estado do Rio de Janeiro. *Rodriguésia*, v. 56, p. 141-162.

CHIQUIERI, Abner; MAIO, Fernando Régis Di; PEIXOTO, Ariane Luna. A distribuição geográfica da família Rubiaceae Juss. na Flora Brasiliensis de Martius. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, v. 55, n. 84, p. 47-57, Jan. 2004

FREIRE, Hévila Prates Luz. Efeito do agrupamento espacial na taxa de crescimento e sobrevivência de *Melocactus conoideus* Buining & Brederoo (Cactaceae): uma espécie endêmica e ameaçada de extinção do Nordeste do Brasil. 2013. Tese de Doutorado. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, Bahia.

GARCIA, Lucieli Moreira. Paródia carambeienis (buining & brederoo) hofacker (Cactaceae): fenologia, biologia reprodutiva e visitantes florais. 2021.

GENTRY, Alwyn H. Tropical forest biodiversity: distributional patterns and their conservational significance. *Oikos*, p. 19-28, 1992.

- GOMES, V. G. N.; QUIRINO, Z. G. M.; MACHADO, I. C. Pollination and seed dispersal of *Melocactus ernestii* V aupel subsp. *ernestii* (Cactaceae) by lizards: an example of double mutualism. *Plant Biology*, v. 16, n. 2, p. 315-322, 2014.
- GOMES, V. G. N. ; MEIADO, M. V. ; Quirino, Z.G.M. ; MACHADO, IC . Seed removal by lizards and effect of gut passage on germination in a columnar cactus of the Caatinga, a Tropical Dry Forest in Brazil. *Journal of Arid Environments*, v. 135, p. 85-89, 2016.
- HUGHES, Frederic Mendes. Ecologia reprodutiva e morfometria de *Melocactus ernestii* (VAUPEL) no município de Nova Itarana–BA. 2009.
- HUGHES, F. M. Biossistemática, filogeografia, estrutura microespacial e dinâmica populacional do complexo *Melocactus oreas* (Cactaceae) no Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais. 2014.
- LIMA, H. C.; GUEDES-BRUNI, Rejan R. 1997. Diversidade de plantas vasculares na Reserva Ecológica de Macaé de Cima, pp. 29-40. In: H. C. de Lima & R. R. Guedes-Bruni (eds.), Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação em Mata Atlântica, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- LÓPEZ, Ramiro Pablo; VALDIVIA, Sérgio. A importância da cobertura arbustiva para quatro espécies de cactos que diferem na forma de crescimento em um semi-deserto andino. *Journal of Vegetation Science*, v. 18, n. 2, pág. 263-270, 2007.
- LONGHI-WAGNER, HILDA M.; ZANIN, Ana. Padrões de distribuição geográfica das espécies de *Stipa* L. (Poaceae-Stipeae) ocorrentes no Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, v. 21, p. 167-175, 1998.
- LUCENA, Emerson Antonio Rocma Melo de. Fenologia, biologia da polinização e da reprodução de *Pilosocereus* Byles & Rowley (Cactaceae) no nordeste do Brasil. 2007.
- MIOTTO, SILVIA TS; WAECHTER, JORGE L. Considerações fitogeográficas sobre o gênero *Adesmia* (Leguminosae-Faboideae) no Brasil. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, v. 32, p. 59-66, 1996.
- MANDUJANO, María C; MARTÍNEZ-PERALTA, Concepción. Reproductive ecology of the endangered living rock cactus, *Ariocarpus fissuratus* (Cactaceae) 1. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, v. 138, n. 2, p. 145-155, 2002.
- MANTOVANI, Marcelo; RUSCHEL, Ademir Roberto; REIS, Maurício Sedrez; ÂNGELO, Puchalski; NODARI, Rubens Onofre. Fenologia reprodutiva de espécies arbóreas em uma formação secundária da floresta atlântica. *Revista Árvore*, v. 27, p. 451-458, 2003.
- MARCHIORETTO, Maria Salete; WINDISCH, Paulo Günter; DE SIQUEIRA, Josafá Carlos. Padrões de distribuição geográfica das espécies de *Froelichia* Moench e *Froelichiella* RE Fries (Amaranthaceae) no Brasil. *Iheringia, Série Botânica*. v. 59, n. 2, p. 149-160, 2004.
- MARTINS, Byanca dos Santos. Flora e chave de identificação interativa de Cactaceae Juss. no Estado do Rio Grande do Norte. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

PRADO, Darién E. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, Inara Roberta. Ecologia e conservação da Caatinga. Editora Universitária UFPE, 2003. p.3-57.

QUIRINO, Z. G. M.; MACHADO, I. C. Pollination syndromes in a Caatinga plant community in northeastern Brazil: seasonal availability of floral resources in different plant growth habits. *Brazilian Journal of Biology*, v. 74, p. 62-71, 2014.

RIBEIRO, E. M. S. Influência de perturbações antrópicas sobre populações de cactáceas em áreas de caatinga. 2011. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

Santos, M. R. Influência de variáveis ambientais e espaciais na distribuição geográfica da família Cactaceae no leste do Brasil. 76pp. 2009. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras.

SILVA, VALDELINE A. Diversidade de uso das cactáceas no nordeste do Brasil: uma revisão. *Gaia scientia*, v. 9, n. 2, p. 137-154, 2015.

TAYLOR, Nigel P.; ZAPPI, Daniela C. *Cacti of eastern Brazil*. Royal Botanic Gardens, Kew, 2004.

Wanderley, Maria das Graças Lapa. Diversidade e distribuição geográfica das espécies de *Orthophytum* (Bromeliaceae). *Acta Bot. Bras.*, Feira de Santana, v. 4, n. 1, p. 169-175, July 1990.

Zappi, D.; Taylor, N.P. Cactaceae in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB70>>. Acesso em: 03 ago. 2022

Zappi, D.; Taylor, N.P. Cactaceae in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB1558>>. Acesso em: 03 ago. 2022

Zappi, Daniela C. et al. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015.

Zappi, D. C. *Pilosocereus* (Cactaceae). The genus in Brazil. *Succ. Pl. Res.*, v. 3, p. 1-160, 1994.

CIÊNCIAS DA SAÚDE

CARREADORES LIPÍDICOS NANOESTRUTURADOS FUNCIONALIZADOS A BASE DE ÓLEO DE COPAÍBA APLICADOS AO TRATAMENTO DE CÂNCER DE MAMA

Ana Flávia Chaves Uchôa¹; Graziela Maria de Araújo Pereira²; Lindomara Cristina Félix da Silva²; Silvana Teresa Lacerda Jales²; Francisco Humberto Xavier-Júnior³.

RESUMO

O câncer de mama é a neoplasia mais letal comumente diagnosticada. No intuito de desenvolver tratamentos mais eficazes e menos agressivos, óleos naturais, como óleo essencial de copaíba (OECop), que possui diversas propriedades terapêuticas, podem ser utilizados, especialmente quando vinculados a nanossistemas, os quais possuem toxicidade reduzida, alta estabilidade, eficácia, especificidade e tolerabilidade. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver carreadores lipídicos nanoestruturados (CLN's) biodegradáveis contendo OECop promissores para tratamento do câncer. OECop obteve β -bisaboleno (25%), β -cariofileno (18%) e α -bergamoteno (16%), como compostos majoritários. CLN's foram produzidos pelo método de emulsão a quente e otimizados usando planejamento fatorial do tipo Box-Behnker. A formulação otimizada apresentou tamanho de partícula de $179,2 \pm 0,611$ nm, PDI de $0,160 \pm 0,011$ e potencial zeta de $-22,9 \pm 0,300$ mV. CLN apresentou-se como um sistema promissor para futura aplicação no tratamento do câncer devido às características nanométricas e elevada quantidade do óleo bioativo encapsulado.

Palavras-chaves: Nanotecnologia. Carreadores lipídicos nanoestruturados. Câncer. Óleos naturais. Óleo de copaíba.

APRESENTAÇÃO

O câncer de mama é a neoplasia mais comumente diagnosticada entre o sexo feminino e a principal causa de morte por câncer, e, entre homens e mulheres combinados, a segunda. Além disso, dados da Organização Mundial da Saúde, apontam que 2,3 milhões de mulheres foram diagnosticadas com câncer de mama em 2020 (OMS, 2022). Apesar de muito comum, ainda são encontrados inúmeros desafios durante seu tratamento, principalmente decorrente da propriedade heterogênea da doença no tocante a suas causas e de uma rápida progressão e desenvolvimento de metástases (GADAG *et al.*, 2020; AL SAQR *et al.*, 2021; BERKO; FUNMILOLA; AKALA, 2021).

Atualmente, os principais medicamentos utilizados para o tratamento do câncer são os antineoplásicos, que podem ser classificados em antimetabólitos, ou ainda produtos naturais, incluindo os antibióticos. O grande problema desses medicamentos, está na alta toxicidade pela baixa especificidade das células tumorais, causando um efeito também nas células saudáveis (RODRIGUES *et al.*, 2021). O tratamento também varia de acordo com o tipo e a gravidade da doença, podendo ser tratado por cirurgia, radioterapia, quimioterapia ou até mesmo uma combinação dessas técnicas, sempre visando o uso de medicamentos antitumorais para minimizar os danos aos tecidos. Considerando o aparecimento de diversos efeitos colaterais graves em órgãos secundários, a eficácia clínica dessas drogas ainda é limitada. Por essa razão, os produtos naturais, como óleos naturais, a exemplo do óleo de copaíba, podem ser utilizados como agentes bioativos e/ou adjuvantes terapêuticos, no intuito de desenvolver tratamentos mais eficazes e menos agressivos, criando abordagens de pesquisas para o desenvolvimento de novos medicamentos com eficiência superior.

O óleo de copaíba é extraído de copaibeiras (*Copaifera* spp.), uma árvore pertencente à família Fabaceae (*Leguminosae*), subfamília *Caesalpinioideae*. Dentre várias espécies do gênero *Copaifera*, a *Copaifera langsdorffii* é descrita na literatura como a principal espécie medicinal. Muitos estudos demonstram que os principais componentes dos óleos de copaíba (resina e essencial) são os terpenos (XAVIER-JUNIOR *et al.*, 2017). Devido à prevalência destes compostos, o óleo de copaíba apresenta uma variedade de atividades biológicas, incluindo anti-Leishmania (ASSOLINI *et al.*, 2020), antineoplásica (GOMES *et al.*, 2008), antifúngica (ALENCAR *et al.*, 2015), antioxidante (CASTRO GHIZONI

et al., 2017), cicatrizante (COMELLI-JUNIOR *et al.*, 2010), anti-inflamatória (BASILE *et al.*, 1988) e antinociceptiva (BECKER *et al.*, 2020).

Todavia, ainda que tais produtos naturais apresentem potenciais aplicações terapêuticas, os mesmos possuem dificuldades físico-químicas de solubilidade e biodistribuição em fluidos biológicos, além de que, quando administrados, são passíveis de provocar efeitos colaterais tóxicos em tecidos periféricos. Devido a este problema, tem surgido um grande interesse no estudo de mecanismos capazes de vetorizar moléculas bioativas oriundas de óleos vegetais para tecidos neoplásicos de forma mais eficaz (BABAYE ABDOLLAHI *et al.*, 2021; OMBREDANE *et al.*, 2021). Sendo assim, a nanotecnologia tem sido amplamente utilizada, de forma que as nanopartículas de bioativos vêm sendo consideradas ferramentas promissoras para tratamentos de câncer, devido à alta capacidade de carrear fármacos, toxicidade reduzida, altas estabilidade, eficácia, especificidade e tolerabilidade, em comparação com fármacos de quimioterapia convencionais. Além disso, outra vantagem das nanopartículas é que elas podem ser produzidas em diferentes tamanhos e a partir de diversas substâncias, como lipídeos, polímeros ou materiais inorgânicos, a exemplo dos carreadores lipídicos nanoestruturados, das nanocápsulas poliméricas e das nanopartículas de ouro, respectivamente (YAO *et al.*, 2020).

Dentre os nanossistemas citados, os carreadores lipídicos nanoestruturados (CLN) são considerados altamente promissores, possuindo diversas vantagens terapêuticas quando comparados a outros tipos de carreadores, como maior solubilidade de bioativos apolares, melhor estabilidade de armazenamento, melhor permeabilidade, biodisponibilidade e redução de reações adversas (GOMAA *et al.*, 2021; MORAES *et al.*, 2021). Tais vantagens se devem principalmente ao seu diâmetro reduzido, que favorece a adsorção na superfície celular, levando a um aumento do gradiente de concentração, aumentando o transporte de substâncias biologicamente ativas para os tecidos inflamados, melhorando a farmacocinética, ou farmacodinâmica e reduzindo a toxicidade das mesmas (MANGAS-SANJUAN *et al.*, 2013). Neste contexto, este trabalho baseou-se no desenvolvimento inovador de carreadores lipídicos nanoestruturados biodegradáveis contendo óleo de copaíba com promissora atividade antitumoral, apresentando características e estruturas compatíveis para aplicação no tratamento do câncer.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Câncer de mama

O câncer é uma denominação referente ao crescimento desordenado de células, podendo comprometer tecidos próximos ou órgãos distantes, processo denominado de metástase. Estas células têm como característica um comportamento agressivo e sem controle, bem como uma rápida multiplicação, o que contribui para o desenvolvimento de tumores (INCA, 2020). Entre os vários tipos de cânceres existentes, destaca-se o câncer de mama, que é uma neoplasias mais comuns e mais prevalentes em todo o mundo, sendo uma das principais causas de mortalidade e morbidade em mulheres (SIEGEL *et al.*, 2021). O câncer de mama pode acometer homens e mulheres, porém em relação ao sexo masculino, é raro, representando aproximadamente 1% de cânceres que ocorrem em homens (AYCA *et al.*, 2018).

A alta incidência de câncer de mama nos países subdesenvolvidos está relacionada a uma baixa conscientização da população associada a um baixo rastreamento da doença, levando a um diagnóstico tardio. A identificação precoce do câncer e tratamentos eficazes são de extrema importância para o aumento das taxas de cura (KASHYAP *et al.*, 2022). Estudos mostram que o câncer de mama está ligado ao perfil genético, epigenético ou transcricional de pacientes. Essa heterogeneidade da doença influencia no tratamento, precisão e sensibilidade das tecnologias de identificação atuais. O auto-rastreamento e conscientização da doença são abordagens eficazes para prevenção e novas alternativas de tratamento vêm sendo documentadas (KASHYAP *et al.*, 2022). Atualmente, a quimioterapia é o tratamento mais indicado, principalmente para prevenção da recorrência e metástase (TAGDE *et al.*, 2022 ; KASHYAP *et al.*, 2022).

Óleo de copaíba e atividade anticancerígena

O óleo de copaíba é um exemplo de extrato muito utilizado pela população brasileira, sendo facilmente comercializado em feiras livres, ervanários e lojas de produtos naturais, entre outros (ROMERO, 2007). Esse óleo é extraído das copaibeiras, as quais são árvores nativas encontradas nas regiões sudeste, centro oeste e amazônica. Estas se caracterizam pelo seu grande porte e possuem em seu interior grande quantidade

de óleo (ROMERO, 2007; PIERI; MUSSI; MOREIRA, 2009), o qual apresenta potencial terapêutico devido sua atividade inflamatória, antitumoral, anestésica, analgésica e neuroprotetora abordadas em diferentes estudos (ABDELHALIM *et al.*, 2017; ENGELBERG *et al.*, 2018; NEAMSUVAN; KOMONHIRAN; BOONMING, 2018; PATEL *et al.*, 2018).

Do ponto de vista químico, esse óleo apresenta como componentes majoritários os sesquiterpenos, os quais possibilitam diversas atividades biológicas, incluindo anti-leishmania (ASSOLINI *et al.*, 2020), antineoplásica (GOMES *et al.*, 2008), antifúngica (ALENCAR *et al.*, 2015), antioxidante (CASTRO *et al.*, 2017) e cicatrizante (COMELLI-JUNIOR *et al.*, 2010). O óleo de copaíba pode ser implementado em formulações lipídicas como lipídio líquido, onde suas propriedades anticancerígenas são otimizadas no tratamento da progressão tumoral (FIDYT *et al.*, 2016).

Carreadores lipídicos nanoestruturados

A nanotecnologia é uma área em ascendência, que se destaca pela entrega controlada de biomoléculas através de nanossistemas, que são sistemas coloidais com tamanho entre 10 e 1000 nanômetros (MUKHERJEE, RAY, THAKUR, 2009). Dentre os vários nanossistemas relatados na literatura, os carreadores lipídicos nanoestruturados (CLN) destacam-se pela capacidade de armazenamento de fármacos lipofílicos e hidrofílicos. Sua composição consiste em um lipídio sólido, um lipídio líquido e um tensoativo lipofílico, com dispersão aquosa em um surfactante hidrofílico (RODRIGUES *et al.*, 2021; CHAUHAN *et al.*, 2020).

Esses carreadores são a segunda geração das nanopartículas sólidas, superando os desafios de estabilidade e baixa capacidade de carrear moléculas ativas graças a presença de um lipídio líquido que produz um arranjo menos ordenado, evitando o extravasamento dos fármacos (THIRUCHENTHOORAN *et al.*, 2022). Diversos estudos mostram a utilização dos carreadores lipídicos para entrega de fármacos em diferentes vias de administração, como a via tópica, oral, parenteral, transdérmica ou ocular (CHAUHAN *et al.*, 2020). Além disso, formulações à base de lipídeos com o aumento da permeabilidade da membrana e aumento da capacidade de solubilização, podem melhorar a absorção de fármacos encapsulados (ULLDEMOLINS *et al.* 2021).

Ademais, Hafiz e colaboradores (2021), desenvolveram um estudo utilizando carreadores lipídicos no tratamento do câncer de mama, em uma linhagem MCF-7. Foi utilizado o método de homogeneização de alta pressão no preparo das partículas contendo Imatinib, um inibidor de tirosina quinase. Os resultados obtidos apontam um aumento de 8,75 vezes da efetividade do sistema otimizado quando comparado a molécula isolada.

A composição dos CLN's é um ponto muito importante para estabilidade e eficiência deste sistema terapêutico. Existe uma variedade de lipídios naturais ou sintéticos, que podem ser utilizados na fase oleosa, como ceras, triglicerídeos, ácidos graxos, óleos naturais, entre outros (JAISWAL *et al.*, 2016). A estrutura desses lipídios afeta características dos CLN's, como o tamanho das partículas, carga de superfície e estabilidade. Nestes sistemas, os tensoativos são responsáveis por diminuir a tensão entre a fase lipídica e aquosa, representando um papel importante na eficácia das formulações, mas também sobre reações de toxicidade dos produtos. Estudos mostram que a mistura de tensoativos promove uma maior estabilidade e permeabilidade do princípio ativo (RODRIGUES *et al.*, 2021; CHAUHAN *et al.*, 2020 e TAMJIDI *et al.*, 2013). Além disso, outros agentes podem ser adicionados à formulação com o objetivo de funcionalizar os CLN's, direcionando o princípio ativo para as células cancerígenas (RODRIGUES *et al.*, 2021).

METODOLOGIA

Caracterização do óleo de copaíba

O óleo-resina de copaíba (*Copaifera langsdorffii*), adquirido da empresa Flores & Ervas (São Paulo, Brasil), foi submetido à hidrodestilação com água deionizada por um período de 4 horas a 100 °C, utilizando o Clevenger. O óleo essencial de copaíba obtido após extração foi seco com sulfato de sódio anidro e filtrado com uma membrana porosa. Para identificar os compostos presentes no óleo, foi realizada Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM), utilizando o cromatógrafo Hewlett-Packard 6890 com porta de injeção split/splitless e detector seletivo de massa HP-5975. Foi utilizada uma coluna capilar de sílica fundida reticulada HP-5MS (30mm × 0,25 mm × 0,25 µm) (Agilent J&W, Santa Clara, CA, EUA). A temperatura do forno iniciou-se a 110 °C,

isotérmica, aquecendo-se a 5 °C/min até 280 °C, isotermicamente por 26 min a 300 °C. A temperatura do injetor foi de 250 °C. O volume de injeção foi de 1µL. A taxa de divisão (split rate) foi 1:25 e a voltagem de ionização 70 eV. O gás hélio foi utilizado como gás de arraste com um quociente de vazão 1 mL/min. A aquisição de dados e a integração foram realizadas usando o software MSD ChemStation e a identificação foi realizada pela comparação do padrão de fragmentação com os dados da biblioteca espectral de massa do Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (NIST-05) e com a análise dos dados descritos na literatura (XAVIER-JUNIOR *et al.*, 2017).

Produção dos Carreadores Lipídicos Nanoestruturados

Os CLNs foram produzidos utilizando diestearato de glicerila (Precirol® ATO 5) como lipídio sólido, óleo essencial de copaíba como lipídio líquido, polissorbato 80 (Tween® 80) como emulsificante hidrofílico e fosfatidilcolina de soja (Lipoid® S100) como emulsificante lipofílico. Os CLNs foram produzidos pela técnica de emulsão a quente seguido da homogeneização em sonificador de ponteira ultrassônico com potência de 60W por 2 minutos. Para a produção das formulações foram pesados óleo de copaíba (1, 5 ou 9%), Precirol® (1, 4 ou 7%), Lipoid® S-100 (0,2%) e Tween® 80 (0,1; 0,5 ou 0,9%) e misturados em agitador magnético 500 rpm sob aquecimento em banho maria (55-65°C). Esta dispersão coloidal foi posteriormente submetida a agitação ultrassônica de alta intensidade, o que levou à redução do tamanho e homogeneização das partículas de CLN's.

Otimização da produção de CLN através do planejamento experimental

Para determinação das concentrações ideais dos componentes utilizados na produção dos nanossistemas, o planejamento experimental do tipo Box-Behnker foi realizado. Assim, as concentrações de óleo essencial de copaíba (1, 5 ou 9%), Precirol® (1, 4 ou 7%) e Tween® 80 (0,1, 0,5 ou 0,9%) foram utilizadas como variáveis independentes, enquanto os valores de tamanho das partículas foram utilizados como variáveis dependentes. O objetivo do planejamento foi observar os efeitos das variáveis independentes na formação de CLN's de menores tamanhos em escala nanométrica compatível para aplicação em tumores. A análise de dados e produção de gráficos de

superfície de resposta para as 15 amostras foram realizados utilizando o software Statistica 7[®].

Caracterização dos CLN's

O diâmetro hidrodinâmico (análise de tamanho) e a distribuição do tamanho (PDI) dos nanossistemas produzidos foram determinados através do Espalhamento Dinâmico de Luz (DLS - Dynamic Light Scattering), utilizando o Zetasizer Nano ZS90 (Malvern Instruments Ltd, Worcestershire, RU) a 25°C. O ângulo de dispersão foi fixado em 90 graus e as amostras foram diluídas a uma razão de 1:100 com água Milli-Q[®] antes das análises. Os resultados são expressos como média e desvio-padrão das medidas de tamanho das partículas e índice de polidispersão (PDI).

A medida do potencial zeta também foi determinada a fim de conhecer a carga dos nanossistemas. Para tanto, foi utilizado a técnica de espalhamento de luz eletroforético (ELS) através da mobilidade eletroforética das partículas em dispersão em um equipamento Zetasizer Nano ZS90 (Malvern Instruments Ltd, Worcestershire, RU) a 25°C. Para manter uma força iônica constante, as amostras foram diluídas (1:100) em solução salina (NaCl, 1 mM).

Análise estatística

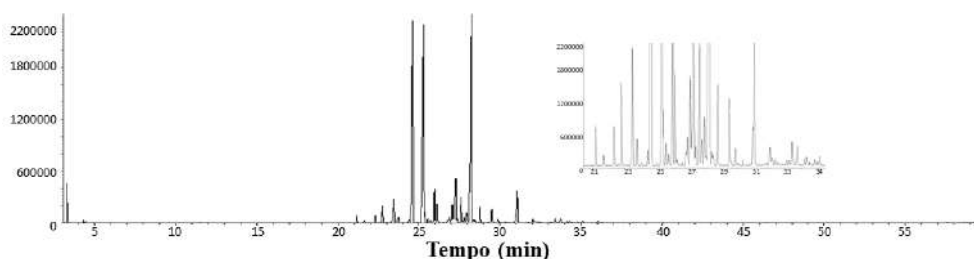
Para todos os testes foram realizadas análises em triplicata e os valores foram expressos em média \pm desvio padrão. Os resultados dos experimentos do planejamento experimental foram comparados usando análise de variância (ANOVA), permitindo determinar se houveram significância das variáveis e entre interações e as variáveis. Foram utilizados modelo de regressão, testes T e teste F, e o valor de $p < 0,05$ foi considerado significativo. Foram utilizados os softwares Graph Pad Prism, versão 5.0 (Califórnia, EUA) e o Statistic, versão 7.0 (StatSoft, Inc. EUA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização do óleo de copaíba por CG-EM

A fim de caracterizar o óleo essencial de copaíba utilizado neste estudo, antes da produção dos nanossistemas, foi realizada análise utilizando a cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas. O óleo essencial de copaíba apresentou um cromatograma com picos bem definidos e separados entre si com um total de sesquiterpenos identificados de 97,5 % em sua composição (Figura 1). Dentre estes, os compostos majoritários foram β -bisaboleno (25 %), β -cariofileno (18 %), e α -bergamoteno (16 %) (Tabela 1). A composição apresentada pelo óleo essencial de copaíba é equivalente a encontrada por Alencar e colaboradores e Xavier-Júnior e colaboradores, utilizando a mesma metodologia de análise (ALENCAR *et al.*, 2015; XAVIER-JUNIOR *et al.*, 2017).

Figura 1 – Cromatograma do óleo essencial de Copaíba obtido por CG-EM.



Fonte: Autoria própria

Tabela 1 - Principais componentes encontrados no óleo de *C. langsdorffii*. Identificação do pico, tempo de retenção, porcentagem relativa da área de óleo essencial de copaíba (OECop%) e índice de retenção.

(continua)

Componentes	TR	OECop%	IR	IR _{lit}
δ -Elemeno	21,17	0,6	1337	1337
α -Cubebeno	21,67	0,2	1349	1351
Ciclosativeno	22,31	0,7	1365	1368
α -Copaeno	22,77	1,4	1375	1376
Ni	23,39	0,3	1390	-

Tabela 1 - Principais componentes encontrados no óleo de *C. langsdorffii*. Identificação do pico, tempo de retenção, porcentagem relativa da área de óleo essencial de copaíba (OECop%) e índice de retenção.

(conclusão)

Componentes	TR	OECop%	IR	IR _{lit}
β-Elemeno	23,46	2,0	1392	1390
Cipereno	23,74	0,5	1399	1398
β-Cariofileno	24,63	21,7	1421	1419
α-Bergamoteno	25,29	20,5	1437	1435
α-Guaieno	25,38	0,9	1439	1439
Aromadendreno	25,54	0,4	1442	1440
α-Humuleno	25,96	2,9	1453	1454
(E,β)-Farneseno	26,11	1,7	1457	1456
Ni	26,81	0,3	1474	-
τ-Muuroleno	26,89	0,5	1476	1476
Germacreno D	27,06	1,7	1481	1481
β-Selineno	27,27	6,1	1486	1486
α-Selineno	27,62	2,3	1494	1494
β-Guaieno, trans-	27,79	0,5	1499	1499
α-Bisaboleno, cis-	27,95	0,9	1503	1503
β-Bisaboleno	28,24	23,6	1510	1509
δ-Cadineno	28,76	1,4	1524	1523
Ni	29,50	1,2	1543	-
Óxido de cariofileno	31,04	4,1	1583	1581
Ni	33,40	0,4	1646	-
Ni	33,72	0,5	1655	-
α-Bisabolol, epi	35,11	0,2	1693	1685
Total de sesquiterpenos detectados (%)		97,5		

Fonte: Autoria própria.

Legenda: TR: tempo de retenção; IR: índice de retenção calculado; IR_{lit}: índice de retenção obtido através da literatura; -: ausente; Ni: não identificado.

Como descrito na literatura, os diterpenos e os sesquiterpenos são as substâncias mais abundantes no óleo-resina de copaíba, porém a atividade farmacológica do óleo não pode ser atribuída a somente um composto químico, pois muitos deles podem ser capazes de atuar sinergicamente. Apesar do constante interesse na composição deste óleo, ainda

não existe um consenso sobre a padronização dos componentes presentes no gênero *Copaíba* aprovado por um comitê (TOBOUTI *et al.*, 2017). A presença de sesquiterpenos no óleo de *C. langsdorfii* sugere diversas atividades farmacológicas significativas, como aplicação antimicrobiana e anticâncer, comprovadas em literatura (ANSARI *et al.*, 2020; LEANDRO *et al.*, 2012; TOBOUTI *et al.*, 2017;).

Na busca por novos medicamentos de origem natural a indústria farmacêutica utiliza como critério de controle de qualidade de matéria-prima vegetal os marcadores químicos inerentes a cada espécie. Portanto, a caracterização e identificação dos compostos majoritários presentes no óleo de copaíba nesse estudo é de suma importância para o controle de qualidade e avaliação da atividade biológica próprios do óleo.

Produção e otimização dos CLN's

Os experimentos para produção dos nanossistemas foram realizados seguindo o planejamento experimental do tipo *Box-Behnken*, com 3 pontos centrais, sendo as variáveis independentes as concentrações de óleo essencial de Copaíba, Tween® 80 e Precirol® (Tabelas 2 e 3), enquanto a variável dependente foi o tamanho médio de partícula (*Z-average*). O objetivo final foi obter um nanossistema de tamanho reduzido com boa capacidade de veicular o óleo de copaíba.

Tabela 2 – Concentrações das variáveis independentes.

(continua)

Formulação	Variável		
	Precirol®	Tween® 80	Óleo de copaíba
1	-1	-1	0
2	0	0	0
3	-1	1	0
4	0	1	1
5	0	-1	1
6	0	1	-1
7	0	0	0

Tabela 2 – Concentrações das variáveis independentes.

(conclusão)

Formulação	Variável		
	Precirol®	Tween® 80	Óleo de copaíba
8	-1	0	-1
9	1	0	-1
10	-1	0	1
11	1	1	0
12	0	-1	-1
13	1	-1	0
14	0	0	0
15	1	0	1

Fonte: Autoria própria**Tabela 3** – Níveis das variáveis para o desenvolvimento do planejamento experimental.

Variável (%)	Nível		
	-1	0	1
Precirol®	1	4	7
Tween® 80	0,1	0,5	0,9
Óleo de copaíba	1	5	9

Fonte: Autoria própria.

Todos os nanossistemas produzidos apresentaram-se homogênea com aspecto macroscópico branco leitoso (Figura 2) com reflexo azulado (efeito Tyndall) a depender do tamanho da partícula.

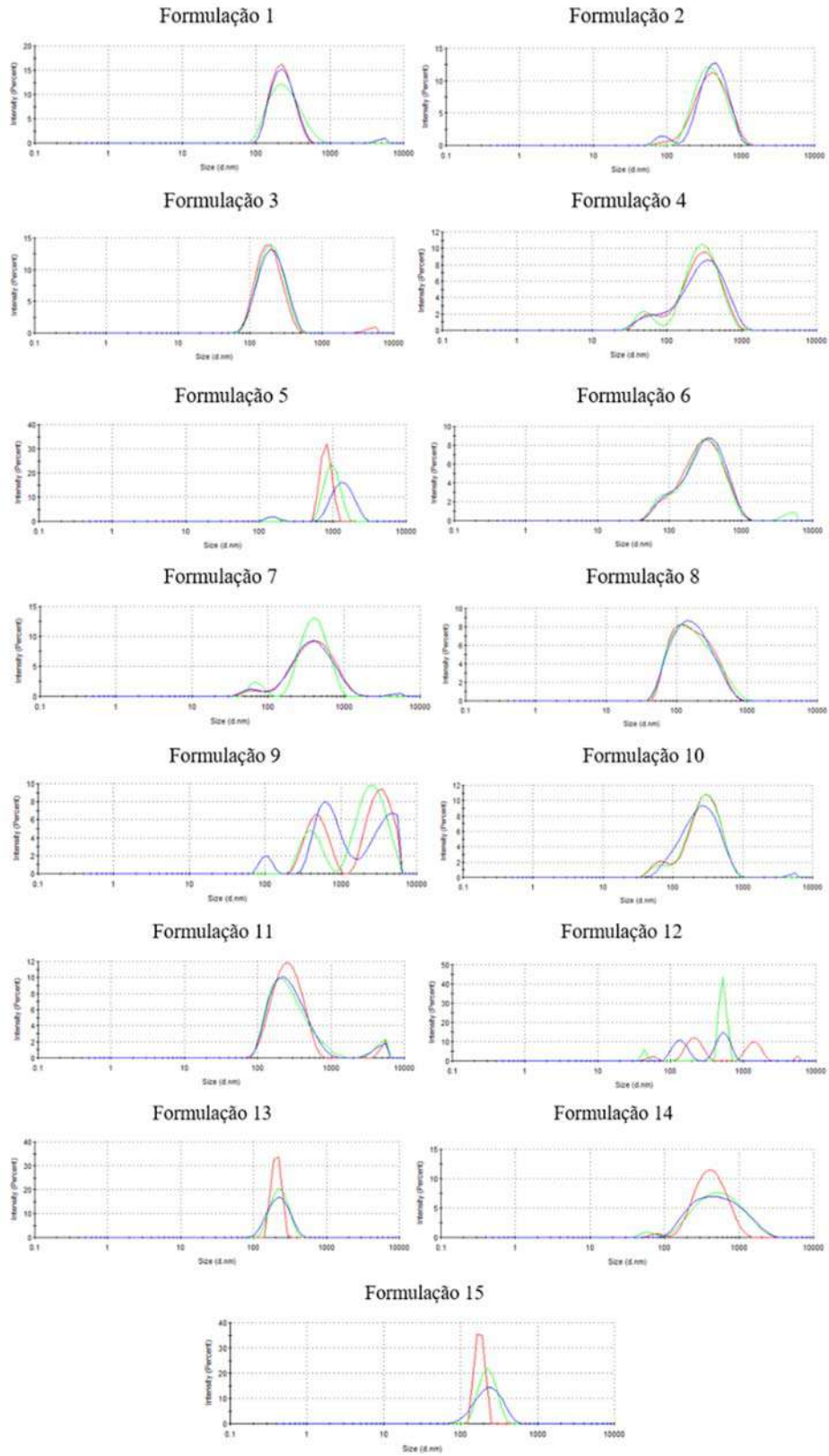
Figura 2 – Aspecto macroscópico das formulações 1, 3, 4, 6 e 8 imediatamente após produção



Fonte: Autoria própria

Após armazenamento a 4°C, as amostras foram analisadas para determinação dos tamanhos de partícula, índice de polidispersão e potencial zeta. Foram obtidas formulações com tamanho médio de partículas entre 142 nm e 1045 nm, PDI variando entre 0,160 e 0,819 e potencial zeta entre -21,27 e -29,87. Os resultados de tamanho – principal variável neste estudo – foram medidos em triplicata e representados em gráficos de intensidade por distribuição de tamanho (Figura 3).

Figura 3 – Análise de tamanho de partícula dos CLN's através da medida de intensidade.



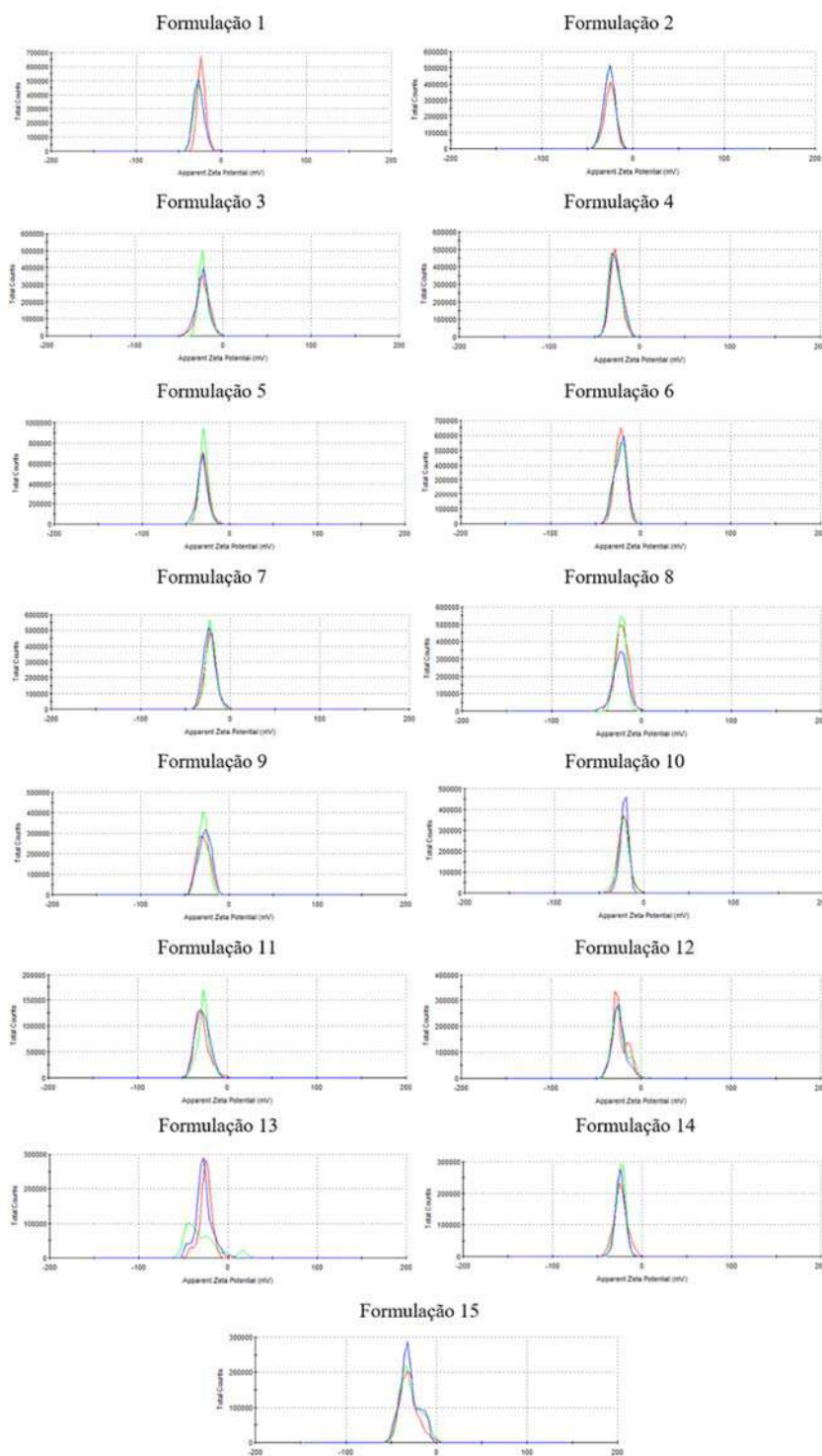
Fonte: Autoria própria

O direcionamento de agentes terapêuticos para tumores de forma passiva está diretamente relacionado ao tamanho das partículas (DANAEI *et al.*, 2018). Portanto, o objetivo inicial deste estudo foi o desenvolvimento de carreadores entre 100 e 400 nm, devido à maior capacidade de internalização em células tumorais, como mostrado por Gratton e colaboradores, em células tumorais do pulmão. Sendo assim, todos os nanossistemas produzidos neste projeto se apresentaram dentro dos parâmetros escolhidos, exceto as formulações 5, 9 e 12, que não atingiram uma escala de tamanho satisfatória. Possivelmente, o aumento de tamanho e agregação das partículas, resultou em um sistema não estável, que não permaneceu em suspensão após a produção.

A homogeneidade de tamanho do sistema, representado pelo PDI, é expresso de maneira que valores menores que 0,25 representam padrões monodispersos, enquanto um PDI acima de 0,7 apontam uma distribuição de partículas ampla (DANAEI 2018). Nesse estudo, houve grande variação entre as formulações. As formulações 1, 2, 3, 7, 8, 10 e 14 obtiveram valores de PDI satisfatórios, em torno de 0,2 ou menor, enquanto as demais não se mostraram tão homogêneas, com gráficos polidispersos e/ou multimodais – ou seja, com partículas de tamanhos muito variáveis – e, conseqüentemente, altos valores de PDI, entre 0,300 e 0,600.

Por fim, todas as formulações possuíram valores de potencial zeta satisfatórios, entre -20 e -30 mV (Figura 3), demonstrando uma boa estabilidade dos nanossistemas produzidos, cujas partículas não terão tendência de se agregar ou flocular, uma vez que este parâmetro representa uma medida da magnitude da repulsão ou da atração eletrostática ou das cargas entre as partículas. Vale ressaltar que as medidas de potencial zeta foram negativas devido à estrutura química dos produtos utilizados, como o Precirol®, Tween® 80 e Lipoid®, ricos em hidroxilas, as quais, por sua vez, tendem a tornar a medida com valores negativos (LIN; CHAUDHURY, 2008; MARTINEZ *et al.*, 2008; MIDEKESSA *et al.*, 2020).

Figura 4 – Análise de potencial zeta dos CLN's produzidos.

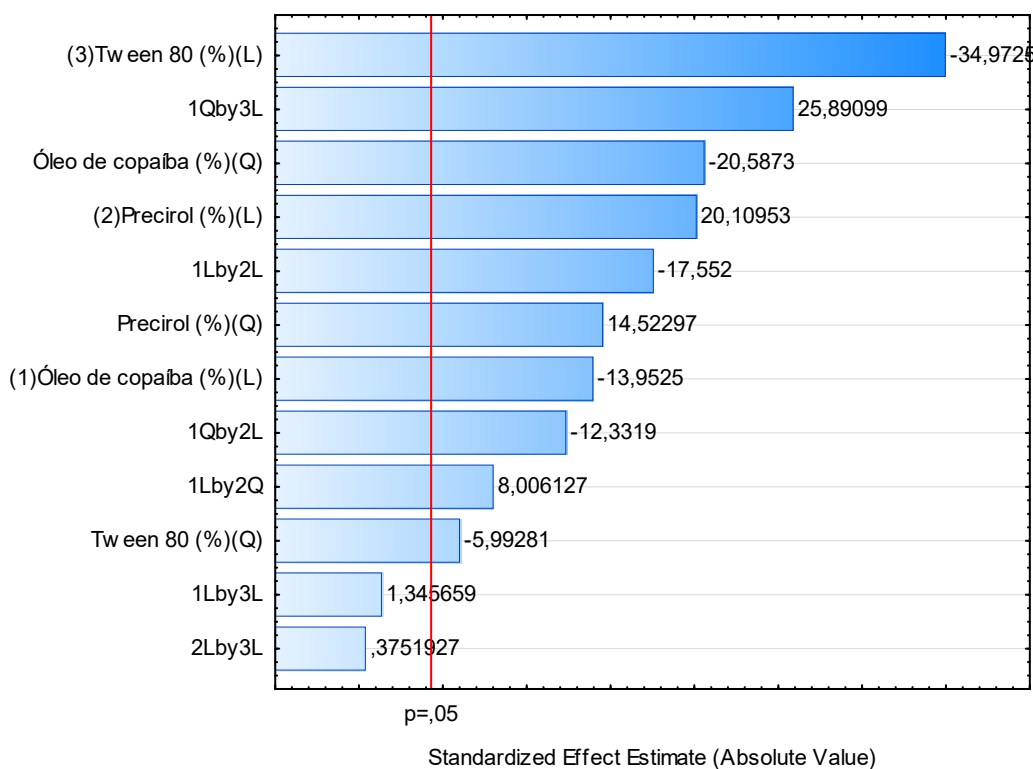


Fonte: Autoria própria

Assim, a fim de descobrir os efeitos significativos das variáveis independentes usadas neste estudo, o planejamento experimental foi analisado usando o software Statistica através da produção de gráficos de Pareto (Figura 5), de limite de confiabilidade

(Figura 6) e de superfície de resposta linear (Figura 7) para análise das variáveis independentes isoladamente ou de suas interações entre si.

Figura 5 – Diagrama de Pareto obtido na otimização da produção dos CLN's.



Fonte: Autoria própria

No gráfico de Pareto, o comprimento de cada barra indica o efeito padronizado da variável – ou da interação entre duas variáveis – e sua correspondência na resposta, enquanto os sinais de cada variável, à direita das barras, podem indicar efeito favorável ou não à resposta esperada. Se o valor for positivo, a variável contribui com o aumento do tamanho da partícula, enquanto, se for negativa, contribui com a diminuição do mesmo. As letras “Q” e “L” representam os comportamentos quadrático e linear das variáveis, respectivamente. Assim, é possível observar que todas as três variáveis – óleo de copaíba, Tween® 80 e Precirol® – são significativas, tanto no plano quadrático como no linear, ou seja, apresentam efeito direto no tamanho médio das partículas que foram obtidas. As variáveis ou suas interações que mais influenciaram na diminuição do parâmetro analisado foram: Tween® 80, óleo de copaíba e a interação óleo de copaíba-Precirol®,

enquanto as que influenciaram no aumento das partículas foram: interação óleo de copaíba-Tween® e Precirol®.

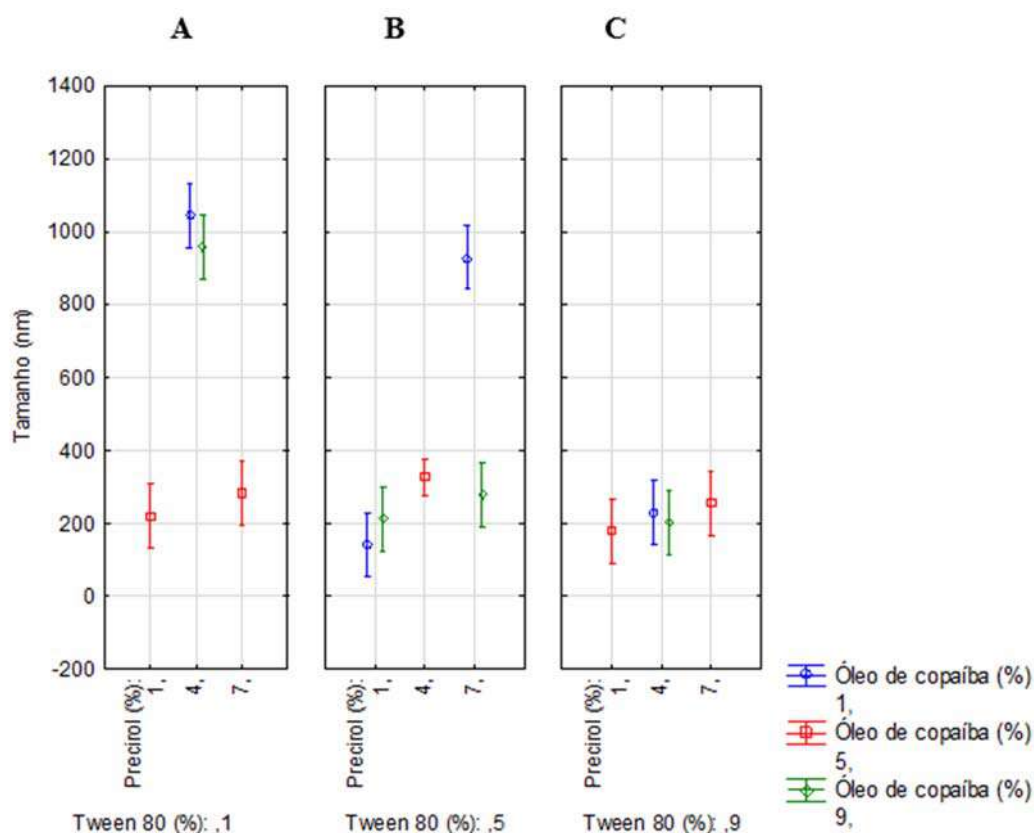
Assim, ainda de acordo com o diagrama, pode-se observar que o Tween® 80 foi a variável estudada que apresenta o maior efeito sobre o parâmetro de tamanho. Observou-se que, neste estudo, quando se aumenta a quantidade de tensoativo no sistema, há uma diminuição no tamanho da partícula. Este resultado corrobora com o descrito por Rodrigues e colaboradores (2021), onde a presença do tensoativo em qualquer coloide, além de indispensável, contribui com a formação de um sistema disperso estável, diminuindo significativamente o tamanho das partículas. Por outro lado, também é possível concluir que quanto maior a concentração de lipídio sólido (Precirol®) na formulação, maior se torna o tamanho das partículas, desfavorecendo, assim, a qualidade e estabilidade dos nanossistemas propostos, assim como também foi observado nos estudos de Gavini e colaboradores (2005) e Trivino e colaboradores (2018). Já o aumento da quantidade de óleo de copaíba pareceu contribuir com a redução do tamanho das partículas, possivelmente por interagir com os componentes da formulação favorecendo a estruturação e compactação do núcleo oleoso dos CLN's.

Ademais, com a finalidade de avaliar a significância das variáveis independentes e suas interações no planejamento, foi realizada uma análise de variância. O coeficiente de determinação (R^2) para a análise de tamanho foi de 0,9994, sendo considerado estatisticamente significativo, já que está mais próximo de 1, o que demonstra que os modelos de interações linear e quadrático se ajustam bem para produção de CLN's.

A Figura 6 representa a interação entre as três variáveis e sua influência no tamanho das partículas. Como observado, quando o tensoativo está em baixa concentração (6A), para se obter formulações com baixo tamanho é necessário que haja mais lipídio líquido do que sólido, pois, quanto maior a quantidade deste último, maior a tendência a aumentar a escala de tamanho. Além disso, quando se aumenta a quantidade do tensoativo para uma concentração mediana (6B), há uma margem maior para possibilidade de aumento da concentração do lipídio sólido sem que haja aumento significativo de tamanho, entretanto, também se faz necessário maior quantidade de óleo. Em contrapartida, quando a concentração de tensoativo se encontra em maior nível (6C), é possível variar amplamente a concentração de óleo e lipídio sólido sem, aparentemente, interferir significativamente no tamanho. Assim, é possível concluir que, em quantidades

menores de Tween® 80, caso haja aumento de concentração de Precirol®, é necessário também aumentar a quantidade de óleo de copaíba, porém, se a concentração de Tween® 80 for mantida em níveis mais altos, há uma vasta liberdade de escolha de concentrações para ambos os lipídios, o que reforça o resultado demonstrado pelo diagrama de Pareto, de que o tensoativo foi a variável mais importante e influente neste estudo.

Figura 6 – Médias marginais e limites de confiabilidade das variáveis independentes usadas no planejamento experimental.

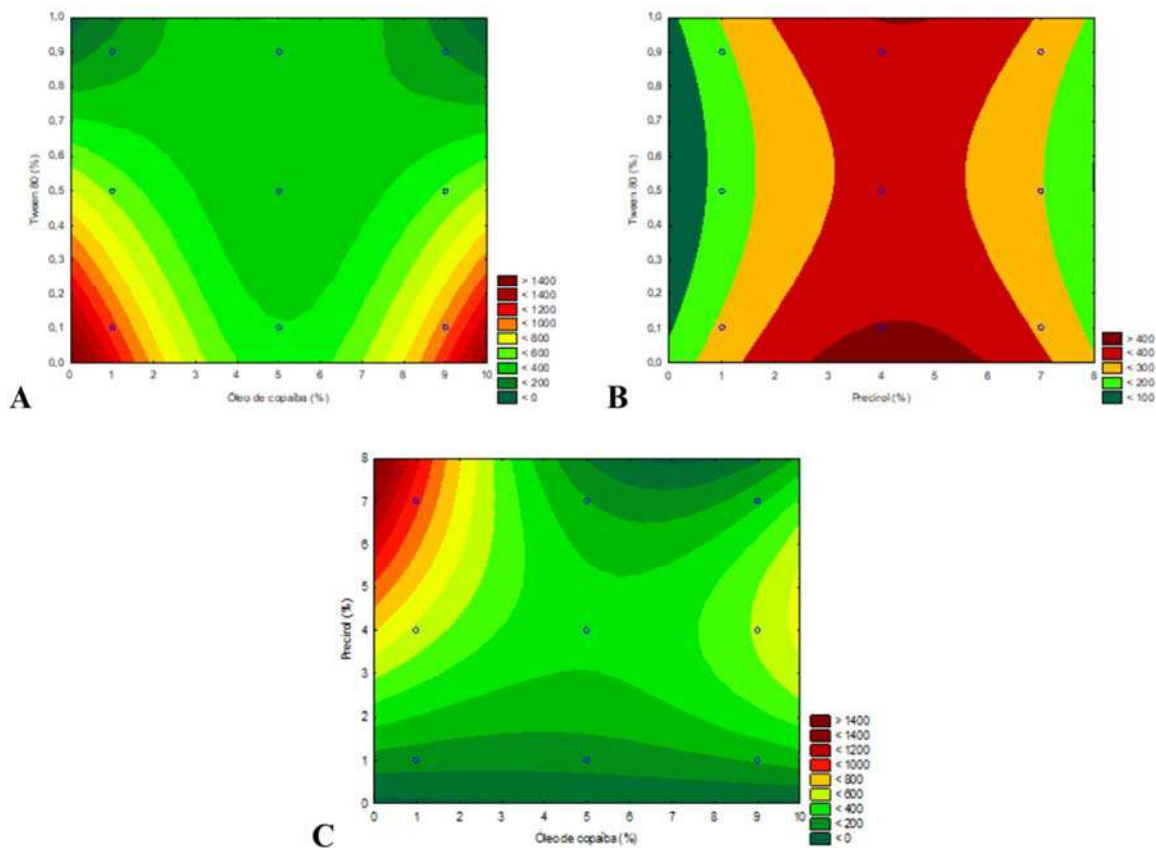


Fonte: Autoria própria

Os gráficos de superfície de resposta (**Figura 7**) foram utilizados para demonstrar a interação entre as variáveis estudadas. As Figuras 7A e 7B, que representa as interações entre óleo de copaíba e Tween® 80, e Precirol® e Tween® 80, respectivamente, corroboram para a teoria exposta de que altas concentrações de tensoativo permitem uma grande variabilidade de concentração de lipídio líquido e sólido. Enquanto isso, a figura 7C mostra a importante relação entre os lipídios, na qual faz-se necessário haver

maior quantidade de óleo do que de lipídio sólido caso este último tenha sua concentração aumentada.

Figura 7 – Superfície de resposta das variáveis independentes em função do tamanho das partículas, onde as cores vermelha e verde representam regiões de maior e menor tamanho de partícula.



Fonte: Autoria própria

Para escolha da melhor formulação, foram levados em consideração a média de tamanho das partículas, o valor de potencial zeta, o valor de PDI, a quantidade de tensoativo presente e a quantidade de óleo de copaíba veiculado nos CLN's. Assim, a formulação otimizada de acordo com o planejamento experimental, foi aquela que apresentou composição de 5% de óleo de copaíba, 1% de Precirol® e 0,9% de Tween® 80. Esta possuiu tamanho médio de 179,2 nm, PDI de 0,160 e potencial zeta de -22,9. Esta formulação apresenta-se biocompatível, uma vez que a quantidade de tensoativo usada é considerado seguro para aplicação biológica e futuros testes in vivo. Além disso, a quantidade de óleo de copaíba encapsulado como componente bioativo da formulação,

encontra-se dentro de um teor apropriado capaz de atuar em aplicações biológicas futuras sem interferir significativamente no tamanho das partículas.

CONCLUSÕES

O óleo essencial de copaíba apresentou os sesquiterpenos β -bisaboleno (25%), β -cariofileno (18%) e α -bergamoteno (16%) como componentes majoritários. Os Carreadores Lipídicos Nanoestruturados contendo óleo essencial de copaíba foram produzidos pela técnica de emulsão a quente seguida de sonicação. Estas formulações possuíram tamanho de partículas na escala nanométrica. Menores tamanhos de nanopartículas foram obtidos na presença de altas concentrações do tensoativo Tween® 80 e em baixas concentrações do lipídio sólido (Precirol® ATO 5) ou altas concentrações do mesmo juntamente com altas concentrações de óleo de copaíba. Todos os CLN's apresentaram potencial zeta negativo devido à natureza da composição dos sistemas produzidos. Embora testes adicionais de eficácia e toxicidade sejam necessários, estes resultados iniciais são promissores por apresentar o desenvolvimento de um sistema nanotecnológico com características compatíveis para ser usado no tratamento de câncer de mama.

Perspectivas

O projeto de pesquisa, que tem por objetivo a otimização de um tratamento repleto de efeitos colaterais de uma doença extremamente comum e letal como o câncer, através da veiculação de substâncias naturais sabidamente com efeitos antitumorais, encontra-se dentro de uma área de inovação tecnológica farmacêutica. Este projeto representa o início do desenvolvimento de uma linha de pesquisa em nanotecnologia e possui ampla relevância na ciência, de forma que, futuramente, espera-se conseguir testar tais formulações aqui produzidas em modelos *in vitro* de linhagens tumorais e *in vivo* em roedores, avançando para pesquisas clínicas.

REFERÊNCIAS

- ABDELHALIM, A. *et al.* Medicinal plants used by traditional healers in Jordan, the tafila region. **Pharmacognosy Magazine**, 13, n. Suppl 1, p. S95-S101, 2017.
- AL SAQR, A. *et al.* Enhanced cytotoxic activity of docetaxel-loaded silk fibroin nanoparticles against breast cancer cells. **Polymers**, v. 13, n. 9, p. 1416, 2021.
- ALENCAR, E. N. *et al.* Chemical characterization and antimicrobial activity evaluation of natural oil nanostructured emulsions. **Journal of Nanoscience and Nanotechnology**, p. 880, 2015.
- ANSARI, M.A.; BADREALAM, K. F.; ALAM, A.; *et al.* Recent nano-based therapeutic intervention of bioactive sesquiterpenes: prospects in cancer therapeutics. **Current Pharmaceutical Design**, v. 26, n. 11, p. 1138–1144, 2020.
- ASSOLINI, J. P. *et al.* Diethyldithiocarbamate encapsulation reduces toxicity and promotes leishmanicidal effect through apoptosis-like mechanism in promastigote and ROS production by macrophage. **Journal of Drug Targeting**, v. 28, n. 10, p. 1110–1123, 2020.
- BABAYE-ABDOLLAHI, B. *et al.* Main approaches to enhance radiosensitization in cancer cells by nanoparticles: A systematic review. **Advanced Pharmaceutical Bulletin**, 2020.
- BASILE, A. C. *et al.* Anti-inflammatory activity of oleoresin from Brazilian Copaifera. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 22, n. 1, p. 101–109, 1988.
- BECKER, G. *et al.* Copaiba oleoresin has topical antinociceptive activity in a UVB radiation-induced skin-burn model in mice. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 250, p. 112476, 2020.
- BERKO, Y. A.; FUNMILOLA, A. F.; AKALA, E. O. Fabrication of paclitaxel and 17aag-loaded poly- ϵ -caprolactone nanoparticles for breast cancer treatment. **Journal of Pharmaceutics & Drug Delivery Research**, v. 10, n. 1, p. 196, 2021.
- BRASIL. INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (INCA). **O que é câncer?**. Rio de Janeiro: Ministério da Saúde, 2020. Disponível em: < <https://www.inca.gov.br/o-que-e-cancer>>. Acesso em: 01 Mar 2023
- BRAY, F. *et al.* Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. **A Cancer Journal for Clinicians**, v. 68, n. 6, p. 394–424, 2018.
- CASTRO-GHIZONI, C. V. *et al.* Anti-inflammatory and antioxidant actions of copaiba oil are related to liver cell modifications in arthritic rats. **Journal of Cellular Biochemistry**, v. 118, n. 10, p. 3409–3423, 2017.

CHAUHAN, I.; YASIR, M.; VERMA, M.; SINGH, A.P. Nanostructured lipid carriers: A ground breaking approach for transdermal drug delivery. **Advanced Pharmaceutical Bulletin**, v. 10, n. 2, p. 150-165, 2020.

COMELLI-JÚNIOR, E. *et al.* Rupture point analysis of intestinal anastomotic healing in rats under the action of pure Copaiba (*Copaifera langsdorffii*) oil. **Acta Cirurgica Brasileira**, v. 25, p. 362–367, 2010.

DANAEI, M. *et al.* Impact of particle size and polydispersity index on the clinical applications of lipidic nanocarrier systems. **Pharmaceutics**, v.10, 2018.

FIDYT, K. *et al.* β -caryophyllene and β -caryophyllene oxide-natural compounds of anticancer and analgesic properties. **Cancer medicine**, v. 5, n.10, p. 3007-3017, 2016.

GADAG, S. *et al.* Combination therapy and nanoparticulate systems: Smart approaches for the effective treatment of breast cancer. **Pharmaceutics**, v. 12, n. 6, p. 524, 2020.

GAVINI, E. *et al.* Solid lipid microparticles (SLM) containing juniper oil as anti-acne topical carriers: preliminary studies. **Pharmaceutical Development and Technology**, v. 10, n. 4, p. 479–487, 2005.

GOMAA, E. *et al.* Methods for preparation of nanostructured lipid carriers. **Methods**, 2021.

GOMES, N. M. *et al.* Antineoplastic activity of *Copaifera multijuga* oil and fractions against ascitic and solid Ehrlich tumor. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 119, n. 1, p. 179–184, 2008.

GUCALP, A., *et al.* Male breast cancer: a disease distinct from female breast cancer. **Breast cancer research and treatment**, v.173, n. 1, p. 37–48, 2019.

KASHYAP, D., *et al.* Global increase in breast cancer incidence: risk factors and preventive measures. **BioMed Research International**, p. 9605439, 2022.

LIANG, Y.C., BINNER, J.G. Effect of triblock copolymer non-ionic surfactants on the rheology of 3 mol% yttria stabilised zirconia nanosuspensions. **Ceramics International**, v. 34, n. 2, p. 293–297, 2008.

LIN, C.-H.; CHAUDHURY, M. K. Using electrocapillarity to measure the zeta potential of a planar hydrophobic surface in contact with water and nonionic surfactant solutions. **Langmuir**, v. 24, n. 24, p. 14276–14281, 2008.

MAKEEN, H. A., *et al.* Preparation, characterization, and anti-cancer activity of nanostructured lipid carriers containing imatinib. **Pharmaceutics**, v. 13, n. 7, p. 1086, 2021.

MANGAS-SANJUAN, V. *et al.* Innovative in vitro method to predict rate and extent of drug delivery to the brain across the blood-brain barrier. **Molecular Pharmaceutics**, v. 10, n. 10, p. 3822–3831, 2013.

MARTINEZ, R. E. *et al.* Surface charge and zeta-potential of metabolically active and dead cyanobacteria. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 323, n. 2, p. 317–325, 2008.

MIDEKESSA, G. *et al.* Zeta potential of extracellular vesicles: toward understanding the attributes that determine colloidal stability. **ACS Omega**, v. 5, n. 27, p. 16701–16710, 30 jun. 2020.

MORAES, S. *et al.* Targeted nanostructured lipid carriers for doxorubicin oral delivery. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 592, p. 120029, 2021.

MUKHERJEE, S., RAY, S., THAKUR, R.S. Solid lipid nanoparticles: A modern formulation approach in drug delivery system. **Indian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 71, n.4, p. 349–358, 2009.

OMBREDANE, A. S. *et al.* In vivo efficacy and toxicity of curcumin nanoparticles in breast cancer treatment: A systematic review. **Frontiers in Oncology**, v. 11, 2021.

PATEL, V. R.; AGRAWAL, Y. K. Nanosuspension: An approach to enhance solubility of drugs. **Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research**, v. 2, n. 2, p. 81–87, 2011.

SILVA, G. H. R. *et al.* Antineoplastics encapsulated in nanostructured lipid carriers. **Molecules**, v. 26, n. 22, p. 6929, 2021.

SCHUBERT, M. A.; MÜLLER-GOYMANN, C. C. Solvent injection as a new approach for manufacturing lipid nanoparticles – evaluation of the method and process parameters. **European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics**, v. 55, n. 1, p. 125–131, 2003.

SIEGEL, R. L.; MILLER, K. D.; FUCHS, H. E.; JEMAL, A. Cancer Statistics, 2021. **CA: A Cancer Journal for Clinicians**, v.71, n. 1, p. 7-33, 2021.

TAGDE, P. *et al.* Nanomedicine-based delivery strategies for breast cancer treatment and management. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 23, n. 5, p. 2856, 2022.

TAMJIDI, F; SHAHED, M.; VARSHOSAZ, J.; NASIRPOUR, A. Nanostructured lipid carriers (NLC): A potential delivery system for bioactive food molecules. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 19, p. 29–43, 2013.

THIRUCHENTHOORAN V, *et al.* Novel strategies against cancer: dexibuprofen-loaded nanostructured lipid carriers. **International Journal of Molecular**, v. 23, n.19, p. 11310, 2022.

TRIVINO, A.; GUMIREDDY, A.; CHAUHAN, H. Drug-lipid-surfactant miscibility for the development of solid lipid nanoparticles. **AAPS PharmSciTech**, v. 20, n. 2, 2019.

ULLDEMOLINS, A. *et al.* Perspectives of nano-carrier drug delivery systems to overcome cancer drug resistance in the clinics. **Cancer Drug Resistance**, v. 4, n.1, p. 44-68, 2021.

XAVIER-JUNIOR, F. H. *et al.* Development of a gas chromatography method for the analysis of copaiba oil. **Journal of Chromatographic Science**, v. 55, n. 10, p. 969–978, 2017.

YAO, Y. *et al.* Nanoparticle-based drug delivery in cancer therapy and its role in overcoming drug resistance. **Frontiers in Molecular Biosciences**, v. 7, 2020.

INVESTIGAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA SÍNDROME DE BURNOUT EM CUIDADORES DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM AUTISMO: ANTES E DURANTE O ISOLAMENTO IMPOSTO PELA PANDEMIA DE COVID-19

Erich Barbosa Albuquerque Sales¹ Laura Lissa Soares Meirelles² Renata Barbosa de Andrade³ Élide Lúcia Barbosa Silva⁴ Estácio Amaro da Silva Júnior⁵

RESUMO

A Síndrome de Burnout (SB) é marcada por exaustão, despersonalização e reduzida realização profissional, especialmente em funções assistencialistas. Este estudo avaliou a prevalência da SB em cuidadores de crianças ou adolescentes com Transtorno do Espectro Autista (TEA) e fatores que podem influenciar na SB, como a pandemia de COVID-19. Para isso, 46 cuidadores responderam a um questionário sociodemográfico e ao Copenhagen Burnout Inventory (CBI). Posteriormente, 10 cuidadores foram entrevistados sobre o impacto da pandemia de COVID-19. Houve maioria do sexo feminino (97,8%), entre 34 e 45 anos (56,5%), com relacionamento estável (67,4%), Ensino Superior Completo (50%) e "do lar" (23,9%). A prevalência de SB foi de 95,7% (43), sem diferença entre as variáveis sociodemográficas. O principal agravante foi a dificuldade em conciliar a função de cuidadora com o trabalho profissional e tarefas domésticas, impactando principalmente as mães e tendo piorado durante a pandemia de COVID-19.

Palavras-chaves: Transtorno do Espectro Autista. Cuidadores. Esgotamento Profissional.

¹ albuquerque.erich@gmail.com

² laura.lissa@academico.ufpb.br

³ renata.andradeufpb@gmail.com

⁴ elidaluciabarbosa@gmail.com

⁵ estacioamaro@yahoo.com.br

Desenvolvimento de Transtornos Mentais e Síndrome de Burnout em Cuidadores de Crianças e Adolescentes com Transtorno do Espectro Autista/Investigação do desenvolvimento da Síndrome de Burnout em cuidadores de crianças e adolescentes com autismo: antes e durante o isolamento imposto pela pandemia de COVID-19.

APRESENTAÇÃO

A pandemia de COVID-19 reacendeu o debate sobre a importância da saúde mental devido ao aumento dos relatos de nervosismo, tristeza, ansiedade e depressão, impactando no desenvolvimento ou agravamento de transtornos mentais neste período (BARROS et al., 2020). Diante do crescente interesse na saúde mental e sua importância, é possível trazer maior visibilidade ao processo de adoecimento mental de cuidadores, que atuam zelando pelo bem-estar do outro e encontram-se em posição diametralmente oposta ao lado cuidado e, portanto, acabam recebendo um menor enfoque sobre seus sofrimentos.

Essa função, desempenhada principalmente por membros familiares, pode contribuir para uma sobrecarga física e psíquica, impactando negativamente na qualidade de vida do cuidador e também do cuidado prestado (SILVA; FEDOSSE, 2018). Dessa forma, é possível que essa sobrecarga resulte no desenvolvimento ou agravamento de transtornos mentais como a Síndrome de Burnout (SB), caracterizada por estresse crônico decorrente da exaustão, despersonalização e reduzida realização profissional (MOREIRA; SOUZA; YAMAGUCHI, 2018).

Com isso em vista, nossa pesquisa abordou o "Desenvolvimento de Transtornos Mentais e Síndrome de Burnout em cuidadores de crianças e adolescentes com Transtorno do Espectro Autista (TEA)", avaliando a sobrecarga em cuidadores cujo indivíduo cuidado pode possuir grande dependência funcional, como é o caso das crianças e adolescentes com TEA, um transtorno do neurodesenvolvimento que se caracteriza por déficits persistentes na comunicação social e interação social em múltiplos contextos, além da existência de padrões restritos e repetitivos de comportamentos, interesses e atividades (APA, 2014).

Dessa forma, é necessário o debate sobre a saúde mental dos cuidadores na produção do cuidado, compreendendo que os processos atrelados ao diagnóstico do TEA impactam não apenas no indivíduo autista, mas também na família, possibilitando uma maior visibilidade e acompanhamento também dos cuidadores. Com isso em mente, esta parte da pesquisa foi dedicada à "Investigação do desenvolvimento da Síndrome de Burnout em cuidadores de crianças e adolescentes com autismo: antes e durante o isolamento imposto pela pandemia de COVID-19", com objetivo deste trabalho foi analisar

a prevalência da SB por sexo, idade, estado civil, escolaridade e profissão em cuidadores de crianças ou adolescentes com TEA na amostra coletada, além de avaliar como as mudanças nas dinâmicas profissionais, sociais e pessoais que ocorreram devido à pandemia de COVID-19 impactaram no desenvolvimento do Burnout nesses cuidadores.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Classificação Brasileira de Ocupações - CBO (2010), sob o código 5162, relata que o cuidador atua “zelando pelo bem-estar, saúde, alimentação, higiene pessoal, educação, cultura, recreação e lazer da pessoa assistida”, podendo ser ou não membro da família e receber ou não remuneração. No entanto, existem estudos que relacionam a prática de funções assistencialistas, como a dos cuidadores, com uma piora na qualidade de vida, resultado da sobrecarga física e psíquica gerada pelo grande investimento de tempo e dedicação (SILVA; FEDOSSE, 2018; SILVA et al., 2018).

Essa sobrecarga pode resultar no desenvolvimento ou agravamento de transtornos mentais como a Síndrome de Burnout (SB). No Brasil (1999), a SB ou “Síndrome do Esgotamento Profissional” foi incluída na Lista de Doenças Relacionadas ao Trabalho pela Portaria nº 1.339, porém o termo foi utilizado desde 1974 pelo psicanalista Herbert Freudenberg para descrever os sintomas de esgotamento, depressão e irritação que sentia no trabalho (MOREIRA; SOUZA; YAMAGUCHI, 2018).

Nesse contexto, tendo em vista os cuidadores de crianças ou adolescentes com TEA, sabe-se que os comprometimentos gerados pelos diferentes graus de TEA fazem com que a criança ou adolescente autista seja frequentemente considerada como um estressor potencial aos cuidadores, devido a sintomas como agressividade, agitação psicomotora e alterações do sono, que dificultam a função do cuidador e exigem uma reorganização da rotina familiar, causando mudanças em aspectos pessoais, sociais e conjugais dos cuidadores, bem como ausência ou pouco suporte familiar, técnico e financeiro (SEMENSATO; BOSA, 2013).

Esses fatores podem contribuir para a piora da qualidade de vida do cuidador, reduzindo seu tempo livre e gerando essa sobrecarga física e psíquica que pode desencadear transtornos mentais como a SB, principalmente nas mães, que na maioria

dos casos assumem a função de cuidadoras e abandonam a vida profissional para dedicação integral ao cuidado dos filhos (TORQUATTO; FREIRE; JUNIOR, 2011).

Além disso, essa dedicação integral e redução do tempo livre podem ter sido agravadas durante o isolamento imposto pela pandemia de COVID-19, que limitou as possibilidades de lazer e interação social, bem como alterou as dinâmicas profissionais, familiares e pessoais, impactando negativamente na saúde mental da população e aumentando os relatos de sintomas ansiosos e depressivos (BARROS et al., 2020).

METODOLOGIA

Este trabalho se classifica como um estudo descritivo exploratório, correlacional, transversal e com metodologia quali-quantitativa, utilizando a abordagem de triangulação de métodos. Essa abordagem utiliza a combinação de dois ou mais métodos de estudo para analisar o objeto em mais de uma maneira, pois acredita-se que isso possibilita uma visão mais ampla e multifacetada do que está sendo analisado, conferindo robustez ao estudo (BASSO JÚNIOR et al., 2016).

Foi realizada uma amostragem por conveniência, com participação voluntária, durante o período entre janeiro e julho de 2022, através da divulgação em plataformas digitais de um formulário de inscrição para adultos entre 18 e 60 anos que atuassem como cuidadores principais de crianças e adolescentes com idade entre 3 e 18 anos incompletos com diagnóstico de Transtorno do Espectro Autista (TEA). Foram obtidas 82 inscrições por meio do formulário, sendo selecionados os participantes que estavam aptos para responder o questionário sociodemográfico e o Copenhagen Burnout Inventory (CBI) adaptado e validado para o Brasil por Campos, Carlotto e Marôco (2013), bem como disponibilidade para participar posteriormente de entrevista virtual semiestruturada sobre o impacto do isolamento imposto pela pandemia de COVID-19 no desenvolvimento do Burnout. Dessa forma, foram excluídos os cuidadores que apresentassem alguma incapacitação cognitiva, acometimento neuropsiquiátrico grave e/ou quaisquer limitações que os impedissem de responder aos questionários ou participar da entrevista. Por fim, 46 cuidadores foram selecionados para compor a amostra, sendo convidados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Após a definição da amostra, foram marcadas reuniões individualmente entre os pesquisadores e os participantes para a coleta dos dados, que aconteceu através da plataforma virtual Google Meet, com duração de aproximadamente 1 hora. Durante as reuniões, com o intuito de compor os dados para análise quantitativa da prevalência da SB por sexo, idade, estado civil, escolaridade e profissão em cuidadores de crianças ou adolescentes com TEA, cada cuidador foi instruído a responder ao questionário sociodemográfico e à escala de Burnout pessoal do CBI traduzido e validado no Brasil. O CBI é um instrumento desenvolvido com o objetivo de medir e avaliar diferentes aspectos do Burnout através de 19 questões distribuídas em três escalas: Burnout pessoal, contendo 6 questões que avaliam o grau de fadiga e exaustão física e psicológica do indivíduo; Burnout relacionado ao trabalho, contendo 7 questões que avaliam o grau de fadiga e exaustão física e psicológica do indivíduo no trabalho; e Burnout relacionado ao cliente, contendo 6 questões que avaliam o grau de fadiga e exaustão física e psicológica do indivíduo em relação ao trabalho com clientes. Nesta pesquisa foi utilizada e analisada apenas a escala de Burnout pessoal do CBI, uma vez que os cuidadores de crianças e adolescentes com TEA são predominantemente familiares e sem remuneração, não se enquadrando nas escalas relacionadas ao trabalho e ao cliente.

As 6 questões presentes na escala de Burnout pessoal do CBI podem ser respondidas através de uma escala Likert com 5 possibilidades de respostas que remetem à frequência com que ocorre o sentimento de exaustão física e psicológica experienciadas pelo participante. Dessa forma, para cada uma das 6 questões, o participante pode responder sobre a frequência de exaustão com as seguintes opções: sempre (100%), frequentemente (75%), às vezes (50%), raramente (25%) ou nunca/quase nunca (0%), de forma que quanto maior a frequência, maior a percepção de esgotamento físico e psíquico.

Quanto ao cálculo da prevalência da SB, foi considerada para cada participante a média das porcentagens referentes às respostas das 6 questões, sendo adotado neste estudo scores maiores ou iguais a 50 como ponto de corte para o Burnout. A escala, nessa pesquisa, revelou boa confiabilidade com um alfa de Cronbach 0,737.

Para a análise estatística dos dados obtidos no questionário sociodemográfico e na escala de Burnout pessoal do CBI, foi utilizado o programa Jamovi, versão 2.2.5.0. Para análise das prevalências, as variáveis quantitativas foram descritas por meio de medidas

de tendência central e dispersão, enquanto as variáveis qualitativas foram descritas por meio de razões e proporções. Para análise da diferença entre as variáveis, foi verificada a distribuição da normalidade dos dados de cada variável utilizando o teste de Shapiro-Wilk e assumindo valores de p maiores ou iguais a 0,05 como distribuições normais, sendo utilizados os testes paramétricos t de Student e análise de variância simples (One-way ANOVA) quando a distribuição era normal e os testes não paramétricos de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis quando pelo menos uma das variáveis apresentava distribuição não normal. Caso seja verificada significância estatística nos testes de análise de variância simples (One-way ANOVA) e Kruskal-Wallis, será utilizado o teste post-hoc de Tukey para identificar a diferença entre os grupos das variáveis. O nível de significância adotado foi de 5%, sendo considerados significativos valores de $p < 0,05$.

Além disso, para a análise qualitativa do impacto do isolamento imposto pela pandemia de COVID-19 no desenvolvimento do Burnout, foram realizados sorteios sucessivos de 2 cuidadores por vez para participarem de entrevistas semiestruturadas, sendo fechada a amostra de 10 cuidadores por meio de saturação teórica, que ocorre quando nenhum novo elemento é encontrado e o acréscimo de novas informações deixa de ser necessário, pois não altera a compreensão do fenômeno estudado (NASCIMENTO et al., 2018). Foram realizadas entrevistas semiestruturadas, que se caracterizam pela presença de um roteiro de perguntas principais norteadoras e a possibilidade de perguntas complementares baseadas nas circunstâncias momentâneas do diálogo entre o pesquisador e o entrevistado. A escolha metodológica da entrevista permite apreender as feições e impressões do entrevistado, compreendendo seus posicionamentos e como eles enxergam o fenômeno a ser investigado, algo de suma importância para as pesquisas descritivas e exploratórias (MOURA; ROCHA, 2017).

As entrevistas foram realizadas com o consentimento livre e esclarecido dos cuidadores, acontecendo de forma virtual com data e horário agendados previamente com os entrevistados(as). Além disso, as entrevistas foram gravadas, com prévia autorização do participante, e transcritas na íntegra com o intuito de compor um corpus que foi analisado através de um processamento sistemático de leitura, análise, categorização e descrição dos núcleos temáticos para investigar a visão dos cuidadores de crianças ou adolescentes com TEA sobre os impactos da pandemia de COVID-19 no desenvolvimento ou agravamento da Síndrome de Burnout.

A pesquisa seguiu todos os preceitos éticos das resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisas envolvendo seres humanos, com o projeto devidamente encaminhado para o Comitê de Ética em Pesquisas, do Centro de Ciências Médicas da UFPB, sob o CAAE 47669921.9.0000.8069 e tendo recebido parecer favorável de número 4938359. Ademais, todos os participantes da pesquisa foram informados previamente sobre o objetivo, benefícios e malefícios deste estudo, sendo possível a não aceitação de participar e/ou abandono livre durante as avaliações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao perfil dos cuidadores respondentes (n=46), 45 (97,8%) pertencem ao sexo feminino, enquanto apenas 1 (2,2%) pertence ao sexo masculino. A média de idade na amostra foi de 37,9 anos com DP de 7,74, com idade mínima de 22 e máxima de 57 anos. Para fins de análise da prevalência da SB por grupos, a idade foi categorizada em três faixas: entre 22 e 33 anos, entre 34 e 45 anos e entre 46 e 57 anos, contendo respectivamente 14 (30,4%), 26 (56,5%) e 6 (13,0%) pessoas da amostra. Em relação ao estado civil, para investigar a prevalência da SB em relação a presença ou não de relacionamento estável do(a) cuidador(a) principal, os grupos de casados(as) e de união estável foram agrupados na categoria com relacionamento estável, contendo 31 (67,4%) da amostra, enquanto os grupos de solteiros(as), divorciados(as) e viúvos(as) foram agrupados na categoria sem relacionamento estável, contendo 15 (32,6%) da amostra.

No que diz respeito à escolaridade, os grupos foram organizados da seguinte forma: 23 (50,0%) com Ensino Superior Completo, 18 (39,1%) com Ensino Médio Completo, 2 (4,3%) com Ensino Fundamental Completo e 3 (6,5%) com Ensino Fundamental Incompleto. Em relação às profissões, 11 (23,9%) pessoas afirmaram ser “do lar”, 6 (13,0%) autônomas e 4 (8,7%) professoras, porém vale ressaltar que, entre as demais profissões, aquelas da área da saúde somaram 12 (26,1%) pessoas, enquanto as diversas profissões restantes somaram 13 (28,3%) pessoas da amostra. Quanto às perguntas da escala de Burnout pessoal do CBI, como exposto na Tabela 1, na primeira pergunta “Com que frequência se sente cansado(a)?” 23 (50,0%) pessoas responderam “sempre”, 16 (34,8%) responderam “frequentemente” e 7 (15,2%) responderam “às vezes”.

Tabela 1 - Respostas à escala de Burnout pessoal do CBI

Pergunta	Frequência % (n)					Total
	Sempre	Frequentemente	Às vezes	Raramente	Nunca	
Com que frequência se sente cansado(a)?	50,0 (23)	34,8 (16)	15,2 (7)	-	-	100 (46)
Com que frequência se sente fisicamente exausto(a)?	37,0 (17)	26,1 (12)	30,4 (14)	4,3 (2)	2,2 (1)	100 (46)
Com que frequência se sente emocionalmente exausto(a)?	34,8 (16)	34,8 (16)	28,3 (13)	-	2,2 (1)	100 (46)
Com que frequência pensa "Eu não aguento mais isto"?	17,4 (8)	34,8 (16)	32,6 (15)	8,7 (4)	6,5 (3)	100 (46)
Com que frequência se sente fatigado(a)?	37,0 (17)	37,0 (17)	23,9 (11)	2,2 (1)	-	100 (46)
Com que frequência se sente frágil e suscetível a ficar doente?	19,6 (9)	32,6 (15)	30,4 (14)	15,2 (7)	2,2 (1)	100 (46)

Fonte: Produzida pelo autor

Na resposta da segunda pergunta "Com que frequência se sente fisicamente exausto(a)?", 17 (37,0%) pessoas responderam "sempre", 12 (26,1%) responderam "frequentemente", 14 (30,4%) responderam "às vezes", 2 (4,3%) responderam "raramente" e 1 (2,2%) respondeu "nunca ou quase nunca". Como resposta à terceira pergunta "Com que frequência se sente emocionalmente exausto(a)?", 16 (34,8%) pessoas responderam "sempre", 16 (34,8%) responderam "frequentemente", 13 (28,3%) responderam "às vezes" e 1 (2,2%) respondeu "nunca ou quase nunca".

Como resposta à quarta pergunta "Com que frequência pensa 'Eu não aguento mais isto'?", 8(17,4%) pessoas responderam "sempre", 16 (34,8%) responderam "frequentemente", 15 (32,6%) responderam "às vezes", 4 (8,7%) responderam "raramente" e 3 (6,5%) responderam "nunca ou quase nunca". Já na quinta pergunta "Com que frequência se sente fatigado(a)?", 17 (37,0%) pessoas responderam "sempre", 17 (37,0%) responderam "frequentemente", 11 (23,9%) responderam "às vezes" e 1 (2,2%) respondeu "raramente". Na resposta da sexta e última pergunta "Com que frequência se sente frágil e suscetível a ficar doente?", 9 (19,6%) pessoas responderam "sempre", 15 (32,6%) responderam "frequentemente", 14 (30,4%) responderam "às vezes", 7 (15,2%) responderam "raramente" e 1 (2,2%) respondeu "nunca ou quase nunca". A partir das respostas coletadas, observa-se que, em todas as 6 perguntas da escala de Burnout pessoal do CBI, as opções "frequentemente" e "sempre" somam pelo menos 52,2% das respostas dos cuidadores quando avaliam com que frequência sentem exaustão física e psicológica.

Em relação ao score de Burnout nos cuidadores, a média na amostra foi de 72,3 e desvio padrão de 15,6, com score mínimo de 45,8 e máximo de 100,0. A prevalência de Burnout na amostra foi de 95,7%, com score igual ou maior a 50 em 44 dos 46 cuidadores. No que se refere à prevalência da SB nas diferentes características do questionário sociodemográfico, como exposto na Tabela 2, temos que a prevalência por sexo na amostra foi de 100% (1) no sexo masculino e 95,5% (43) no sexo feminino, com medianas de score de 62,5 [62,5, 62,5] e 70,8 [83,3, 58,3] respectivamente, não existindo diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p=0,473$).

Tabela 2 - Prevalência da SB por variável sociodemográfica

Variável sociodemográfica		Prevalência da SB (n)	Amostra (n)
Sexo ($p=0,473$)	Masculino	100% (1)	1
	Feminino	95,5% (43)	45
Idade ($p=0,652$)	Entre 22 e 33	100% (14)	14
	Entre 34 e 45	96,1% (25)	26
	Entre 46 e 57	83,3% (5)	6
Relacionamento estável ($p=0,219$)	Sim	96,7% (30)	31
	Não	93,3% (14)	15
Escolaridade ($p=0,536$)	Ensino Superior Completo	91,3% (21)	23
	Ensino Médio Completo	100% (18)	18
	Ensino Fundamental Completo	100% (2)	2
	Ensino Fundamental Incompleto	100% (3)	3
Profissão ($p=0,313$)	"do lar"	100% (11)	11
	Autônomo(a)	100% (6)	6
	Professor(a)	75% (3)	4
	Área da saúde	100% (12)	12
	Outras	92,3% (12)	13

Fonte: Produzida pelo autor

Em relação à idade, a prevalência da SB na amostra foi de 100% (14) no grupo entre 22 e 33 anos, 96,1% (25) no grupo entre 34 e 45 anos, e 83,3% (5) no grupo entre 46 e 57 anos, com médias e desvio padrão de 75,0(14,4), 71,8(16,3) e 68,0(17,2) respectivamente, não existindo diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p=0,652$). Em relação à prevalência por estado civil, verificou-se que 96,7% (30) do grupo com relacionamento estável apresentava Burnout, comparado a 93,3% (14) do grupo que não possui relacionamento estável. O grupo com relacionamento estável apresentou média e desvio padrão de 70,3(16,3), enquanto o grupo que não possui relacionamento estável apresentou 76,4(13,7), não existindo diferença estatisticamente

significativa entre os grupos na amostra ($p=0,219$). A prevalência por escolaridade foi de 91,3% (21) no grupo com Ensino Superior Completo, 100% (18) no grupo com Ensino Médio Completo, 100% (2) no grupo com Ensino Fundamental Completo e 100% (3) no grupo com Ensino Fundamental Incompleto, com medianas de 66,7 [81,2, 58,3], 77,1 [90,6, 66,7], 68,7 [76,0, 61,5] e 66,7 [79,2, 66,7] respectivamente, não havendo diferença estatisticamente significativa na amostra ($p=0,536$). Por fim, a prevalência de Burnout por profissão foi de 100% (11) no grupo “do lar”, 100% (6) no grupo “autônoma”, 75% (3) no grupo “professora”, 100% (12) no grupo de profissões da área da saúde e 92,3% (12) no grupo de outras profissões diversas. As médias e desvios padrões foram, respectivamente, 73,9(17,5), 77,8(16,6), 64,6(15,4), 77,1(14,3) e 66,3(14,3), não havendo diferença estatisticamente significativa entre os grupos na amostra ($p=0,313$).

Apesar da limitação no tamanho da amostra, pode-se observar, neste estudo, o impacto que a função de cuidador exerce no desenvolvimento ou agravamento da SB nos cuidadores familiares de crianças ou adolescentes com TEA, tendo em vista não apenas a alta prevalência da síndrome na amostra, mas sua média elevada, o que é um indício da gravidade do Burnout a que os cuidadores estão submetidos no desempenho de suas funções. Este achado entra em concordância com a literatura existente a respeito do agravante de exercer funções assistencialistas no desenvolvimento da SB, nas quais o cuidador acaba por abdicar de partes de suas vidas que são responsáveis pelo bem-estar próprio e passa a ter um foco maior no bem-estar do outro, em função da responsabilidade que assume como cuidador (SILVA et al., 2018).

Em cuidadores familiares, como exposto por Torquatto, Freire e Junior (2011), é possível observar esse agravante principalmente nas mães, que muitas vezes acabam assumindo a responsabilidade pela função de cuidadoras, seja por vontade própria ou por imposição do restante da família, o que frequentemente resulta em abandono da vida profissional e redução de atividades de lazer e convívio social devido às dificuldades de socialização e de acomodação que o TEA provoca nas crianças e adolescentes, o que dificulta as atividades em ambientes fora da casa da família.

Este contexto se reflete neste estudo, pois ainda que não tenha existido diferença estatisticamente significativa, possivelmente devido ao tamanho da amostra, foi observada uma grande discrepância nas características dos cuidadores que se inscreveram voluntariamente: quase em sua totalidade os cuidadores são do sexo

feminino, mães, em relacionamento estável, entre 34 e 45 anos e com Ensino Superior completo, porém grande parte abdicou da vida profissional e da antiga profissão para não trabalhar fora de casa e desempenhar a função de cuidadora em tempo integral.

Dessa maneira, devido à maior responsabilidade que acaba sendo imposta às mães no cuidado dos filhos, essas acabam por assumir posições com maior exposição ao desenvolvimento do Burnout, uma vez que ou abandonam a própria carreira e abdicam deste aspecto gerador de independência, autonomia e bem-estar, ou passam a ter uma dupla carga horária ao tentar conciliar a vida profissional fora de casa com a função de cuidadora dentro de casa, contribuindo para o aumento da sobrecarga física e psicológica, o que condiz com a literatura existente a respeito dos impactos à qualidade de vida das mães na função de cuidadoras familiares (TORQUATTO; FREIRE; JUNIOR, 2011).

De forma semelhante, foi possível perceber através das respostas obtidas nas entrevistas semiestruturadas que esta dificuldade de conciliação de diferentes responsabilidades é algo que teve grande impacto no Burnout das cuidadoras, especialmente devido ao cenário de pandemia de COVID-19. Durante as entrevistas, as cuidadoras relataram que o cenário de pandemia apresentou os aspectos positivos de menor necessidade de deslocamento com a criança para outros ambientes, o que demandava maior tempo e esforço, além da possibilidade de poder estar mais tempo com a criança e acompanhá-la de perto, sem que houvesse a necessidade de deixar o(a) filho(a) sob os cuidados de outra pessoa.

No entanto, apesar dos aspectos positivos supracitados, um fator negativo abordado foi a limitação dos filhos ao ambiente doméstico, o que contribuiu para um atraso no desenvolvimento e aprendizado escolar, bem como uma maior dificuldade na reinserção da criança no convívio social, sendo fatores de grande preocupação para as mães e contribuindo para sentimentos de frustração, estresse e ansiedade durante e após a pandemia, impactando no Burnout:

“Ele já está com oito anos e a questão da fala e interação com outras crianças ficou comprometida porque não teve contato com outras crianças, ficou muito restrito aos locais, então impactou muito a questão da pandemia no desenvolvimento dele, tanto fala quanto interação e com relação a alfabetização dele. A mãe nunca relaxa quando sabe que o seu filho não está se desenvolvendo e vê que ele está agindo de forma muito agitada e impaciente, foi um momento horrível.” (participante 7).

“Impactou porque como o convívio social dela diminuiu consideravelmente, dificultou o retorno dela ao convívio social, porque ela já estava habituada com a gente sair, com algum ambiente com som ligado, que tivesse muita gente e quando foi pra retornar voltou todo aquele comportamento de se auto agredir, se jogar no chão, essas coisas, entende? O que me impactou foi justamente isso, esse retorno, porque teve que começar o trabalho todo do zero, entende?” (participante 2).

Esse impacto no desenvolvimento dos filhos contribuiu para um fator em comum abordado por todas as mães nas entrevistas: houve um aumento na autocobrança das mães e no sentimento de responsabilidade sobre todos os aspectos do cuidado do filho, com a mãe tendo que assumir papéis que normalmente seriam desempenhados por equipe multiprofissional de educação e de saúde. Além dessa autocobrança, também foi relatado que existia um julgamento e cobrança externos, fazendo com que a responsabilidade desse impacto nos filhos fosse transferida às genitoras e contribuísse para a sobrecarga física e psicológica:

“Vinha aquelas questões de culpa porque tinham pessoas com comparações ‘fulano come bem, meu menino fala, você mima demais, você faz isso, você faz aquilo’ então eu nunca me senti culpada, mas existia uma autocobrança da minha parte em me dedicar mais para que aquilo pudesse ser superado, então essa autocobrança piorou mais ainda a minha ansiedade.” (participante 8).

“Eu nunca tive auxílio de um psicólogo, nem de um psicopedagogo, de nada, eu tive que aprender sozinha a como lidar com as crises do meu filho, sem saber se era o correto ou não.” (participante 5).

Ademais, outro fator presente em todas as 10 entrevistas foi o relato de dificuldade em ter que conciliar a vida profissional e a função de cuidadora, o que causava aumento da sobrecarga. Além disso, as cuidadoras também relataram que, por serem mulheres, era-lhes atribuída toda a responsabilidade pela função de cuidar da criança e dos afazeres domésticos, raramente ocorrendo divisão justa das tarefas ou revezamento no cuidado da criança, fazendo com que a mãe assumisse uma carga exacerbada de responsabilidades e o pai assumindo apenas o papel de provedor financeiro:

“É bem diferente, o homem, falando como pai, tem aquela visão de chegar, trabalhar e colocar as coisas dentro de casa, a gente não, a gente tem que dar conta de casa, trabalhar, dar conta da terapia do meu filho. É bem mais para a mulher, é muito desigual. Eu não posso ter carteira assinada por conta do meu filho, fica impossível conciliar cuidar dele e do trabalho.” (participante 4).

“Infelizmente a sociedade é muito machista e parece que a responsabilidade e o peso do cuidado com a criança são só da mulher. É praticamente eu sozinha para resolver terapia, escola, médico. Se eu precisar para qualquer urgência eu sei que posso contar com a família, mas no cotidiano mesmo cada um tem suas preocupações e eu fico isolada, sozinha pra resolver as coisas. Eu gostaria que o pai dele ajudasse mais. Ajudar não, fazer mais a parte dele.” (participante 1).

Porém, ainda que exista essa divisão desigual no caso de cuidadoras com relacionamento estável, foi relatado que o fato de possuírem algum apoio dos companheiros ainda é melhor do que estarem sozinhas para lidar com todas as atribuições do cuidado, o que ilustra uma situação preocupante de dependência das mães em relação aos pais, bem como um agravante para o Burnout no caso de cuidadoras que não possuem relacionamento estável ou apoio do pai da criança:

“Ser casada ajuda com certeza, quando a gente é mãe solo a responsabilidade é toda em dobro, porque você não tem com quem compartilhar aquele momento, pelo menos para desestressar, conversar, desabafar.” (participante 5).

“Tudo quem vai resolver é a mãe, o pai tá lá, bem distante, bem de boa, e vem quando quiser, quando der pra vir, a mãe que vai levar no médico, a mãe que vai levar na escola, a mãe que vai acalmar nas crises, acho que a parte que mais impacta é essa. Em muitos casos os pais não aguentam ou não querem aguentar, ou não querem ver, não querem enxergar, não querem participar, dizem que não tem paciência e acabam jogando tudo para a mãe. Sou divorciada e abandonei o trabalho pra poder cuidar do filho, o impacto maior é esse, eu sempre trabalhei, sempre fui independente e aí de repente eu tive que abandonar tudo.” (participante 9).

Isso se torna preocupante principalmente dentro do contexto de pandemia em que a maior parte das cuidadoras neste estudo deixaram de trabalhar devido à quarentena e para acompanhar os filhos nas aulas on-line, fazendo com existisse uma maior dependência de apoio da família. Nesse cenário, é importante o fato de que boa parte das entrevistadas citaram a carreira profissional como um fator atenuante do Burnout, com o trabalho profissional sendo encarado como uma espécie de terapia e realização pessoal em meio à sobrecarga provocada pela função de cuidadora:

“Eu tenho a sorte de trabalhar com uma coisa que eu gosto muito, que é criar. Então assim, não é um trabalho cansativo, não, na verdade ele é até relaxante para mim. Ele ajuda e muito.” (participante 3).

“Eu acho que o trabalho é um modo de terapia, você tirar as preocupações da mente. Quando você não tem nenhum hobby, nenhuma ocupação, nem nada,

“você fica mais estressado, mais ansioso. Para mim o trabalho é uma coisa boa, é uma terapia mesmo.” (participante 5).

Dentro desse aspecto de realização pessoal, as cuidadoras também relataram a dificuldade em conciliar a vida pessoal e atividades de lazer com as demais responsabilidades que são atribuídas a elas no contexto geral de cuidado dos filhos com TEA e que foram aumentadas durante o período de pandemia de COVID-19, fazendo com que sofressem uma maior falta de realização pessoal, característica do Burnout:

“Muitas vezes muitas mães deixam sua vaidade de lado, mas tem muitas vaidades que precisam existir, porque a gente tem que ter nosso momento de lazer, de beleza, tudo, a gente precisa estar bem consigo mesma, mas só que às vezes me preocupo tanto e às vezes a pessoa tem tanto cuidado com o filho que acaba não se preocupando tanto com ela mesma.” (participante 7).

Por fim, as cuidadoras destacaram que, apesar do aspecto positivo da diminuição do deslocamento para ambientes externos durante a pandemia de COVID-19, houve um impacto do isolamento nos sentimentos de solidão e ausência de rede de apoio, que já existiam anteriormente, porém que foram agravados durante o período pandêmico:

“O isolamento impactou sem sombra de dúvidas, porque a gente deixou de sair de casa, de compartilhar sentimentos, deixou de realmente ter essa parte de socialização com as outras pessoas.” (participante 4).

“Eu senti bastante falta, sendo que já sou bem acostumada com a questão de isolamento. Mas eu senti falta, bastante, senti falta de encontrar pessoas. Nós mães de autistas já vivemos muito isoladas, antes eu sofria muito nos finais de semana, porque todo mundo estava nas praias, no barzinho e eu em casa, mas na pandemia como estava todo mundo vivendo a minha realidade eu me sentia um pouco igual às outras pessoas.” (participante 6).

Como visto na fala anterior, o isolamento imposto durante a pandemia contribuiu para um sentimento de que as pessoas estavam experienciando a realidade de isolamento vivida por elas desde o período pré-pandêmico, porém que foi agravada para todos neste período. Porém, é possível perceber através das demais falas que o isolamento é apenas um dos fatores que contribuíram para o desenvolvimento e agravamento da Síndrome de Burnout nas cuidadoras de crianças ou adolescentes do espectro autista, com a pandemia

de COVID-19 tendo impactado em diversos aspectos da vida pessoal, conjugal e profissional das cuidadoras ao modificar as dinâmicas familiares pré-existentes.

CONCLUSÕES

O presente estudo demonstrou que existe uma prevalência elevada da SB na amostra de cuidadores de crianças ou adolescentes com TEA, com o perfil neste estudo sendo composto predominantemente por mães, o que reforça a literatura existente a respeito da predominância materna no desempenho da função de cuidador(a).

Porém, apesar da elevada prevalência de Burnout e do perfil majoritário da amostra serem indicativos de possíveis fatores de risco para o desenvolvimento ou agravamento da SB nessa população, o estudo apresentou limitações no que diz respeito ao tamanho da amostra, com os resultados entre os grupos não possuindo diferenças estatisticamente significativas, não sendo possível generalizar os resultados para toda a população de cuidadores.

No entanto, a partir dos resultados encontrados, conseguimos observar que os cuidadores de crianças ou adolescentes com TEA estão sujeitos a diversas situações nos âmbitos pessoal, conjugal, familiar e profissional que impactam negativamente na sua qualidade de vida e bem-estar, contribuindo para o aumento da sobrecarga física e psíquica que pode desencadear a SB.

Ademais, percebeu-se que a pandemia de COVID-19 contribuiu para a sobrecarga nos cuidadores através de diversos aspectos como a necessidade dos cuidadores conciliarem o trabalho à distância e as tarefas domésticas com o acompanhamento escolar do filho em aulas on-line durante o período de quarentena, bem como o impacto do isolamento na socialização tanto dos filhos quanto dos pais, aumentando os sentimentos de ansiedade, solidão e depressão devido à falta de convívio social e compartilhamento de experiências com outras pessoas.

Perspectivas

Esta pesquisa contribui para a ciência a partir de diversos aspectos, contribuindo para a visibilidade da problemática acerca da saúde mental de cuidadores de crianças e/ou adolescentes com TEA que ainda não recebem um suporte familiar e profissional adequados para impedir o processo de adoecimento durante a função de cuidar.

A partir dos resultados, é possível observar que, como reforçado por outros estudos, existe uma predominância materna no desempenho da função de cuidador e que o esgotamento nesta população advém de uma sobrecarga física e psíquica causada por aspectos não apenas do exercício da função de cuidadoras, mas também da necessidade de conciliar esta função com outras responsabilidades profissionais, familiares e domésticas.

Foi possível perceber que a função de cuidar recai desproporcionalmente sobre o sexo feminino, além da culpabilização das mães sobre a condição dos filhos e das responsabilidades impostas sobre o desempenho unilateral das atividades domésticas. A partir disso, novos estudos podem ser realizados para aprofundar a investigação sobre como o sexo feminino pode ou não ser um fator de risco para o desenvolvimento ou agravamento de transtornos mentais como a SB na população de cuidadores familiares, principalmente no caso de crianças ou adolescentes que podem ter grande dependência funcional como no TEA.

Além disso, os resultados deste estudo contribuem e reforçam o conhecimento acerca do impacto da pandemia de COVID-19 na saúde mental da população, expandindo a temática ao abordar as mudanças profissionais e familiares que ocorreram em virtude do isolamento imposto, tanto aos cuidadores quanto às crianças e adolescentes com TEA, que também foram impactados em razão da diminuição do convívio social e das aulas online sem o suporte adequado, o que também contribuiu para a sobrecarga das mães cuidadoras.

Por fim, foi possível aprofundar o conhecimento sobre a relação entre a função de cuidador de crianças ou adolescentes com TEA e seus impactos no desenvolvimento de transtornos mentais, como depressão, ansiedade e Síndrome de Burnout, visando atenuar o fardo do enfrentamento solitário atrelado à função do cuidador e fornecer um embasamento teórico para o planejamento e implementação de ações de saúde que se

destinem a esse grupo, especialmente nos casos que apresentam um comprometimento significativo da qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais: DSM-5**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

BARROS, M. B. de A. *et al.* Relato de tristeza/depressão, nervosismo/ansiedade e problemas de sono na população adulta brasileira durante a pandemia de COVID-19. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 29, n. 4, 2020.

BASSO JÚNIOR, A. F. *et al.* Triangulação: uma ferramenta de validade e confiabilidade. **Sinergia**, v. 20, n. 1, 2016.

BRASIL. **Classificação Brasileira de Ocupações: CBO - 2010 - 3. ed.** Brasília: MTE, SPPE, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº1.339/GM, de 18 de novembro de 1999: dispõe sobre lista de doenças relacionadas ao trabalho. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1999.

CAMPOS, J. A. D. B.; CARLOTTO, M. S.; MARÔCO, J. Copenhagen Burnout Inventory student version: adaptation and transcultural validation for Portugal and Brazil. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 26, p. 87-97, 2013.

MOREIRA, H. de A.; SOUZA, K. N. de; YAMAGUCHI, M. U. Síndrome de Burnout em médicos: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 43, 2018.

MOURA, F. A.; ROCHA, L. L. F. Memória e história: entrevista como procedimento de pesquisa em Comunicação. **Comunicação Midiática**, v. 12, n. 2, 2017.

NASCIMENTO, L. de C. N. *et al.* Saturação teórica em pesquisa qualitativa: relato de experiência na entrevista com escolares. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 71, p. 228-233, 2018.

SEMENSATO, M. R.; BOSA, C. A. Relato de pais de crianças com autismo sobre a rede de apoio formal: aspectos da elaboração parental do diagnóstico. **Revista Educação Especial**, v. 26, n. 47, p. 651-664, 2013.

SILVA, R. A. D. da. *et al.* Síndrome de Burnout: realidade dos fisioterapeutas intensivistas? **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 25, n. 4, p. 388-394, 2018.

SILVA, R. S. da; FEDOSSE, E. Perfil sociodemográfico e qualidade de vida de cuidadores de pessoas com deficiência intelectual. **Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional**, v. 26, n. 2, 2018.

TORQUATO, I. M. B.; FREIRE, I. A.; PONTES JÚNIOR, F. A. C. Avaliação da Sobrecarga e Qualidade de Vida em Cuidadores de Autistas. **Revista de Ciências da Saúde Nova Esperança**, v. 9, n. 1, p. 8-15, 2011.

ANÁLISE DO SURGIMENTO DE TRANSTORNOS MENTAIS EM CUIDADORES DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA DE ACORDO COM O GRAU

Renata Barbosa de Andrade¹; Laura Lissa Soares Meirelles²; Erich Barbosa Albuquerque Sales³; Italo de Melo Camara⁴; Estácio Amaro da Silva Junior⁵.

RESUMO

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é caracterizado por dificuldades na comunicação e na interação social. O estresse que acomete os cuidadores de jovens com TEA é desafiador para a manutenção da saúde mental. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a relação entre o grau do TEA nas crianças e adolescentes e o desenvolvimento, nos cuidadores, de transtornos mentais. Participaram do estudo 31 cuidadores de crianças e adolescentes com esse transtorno que responderam cinco instrumentos. Os resultados mostram que 30 (96,8%) dos cuidadores apresentaram sobrecarga, 29 (93,5%) apresentavam elevado nível de Burnout pessoal, 26 (83,9%) apresentavam graus de ansiedade e 17 (54,8%) dos cuidadores apresentaram algum grau de depressão. O aumento da prevalência de crianças e adolescentes com diagnóstico de TEA poderá implicar no aparecimento de transtornos em seus cuidadores e os resultados desta pesquisa direcionam a necessidade de intervenções para prevenção desses distúrbios e ao suporte psicológico.

Palavras-chaves: Transtornos Mentais. Esgotamento Psicológico. Cuidadores. Transtorno do Espectro Autista.

¹ renata.andradeufpb@gmail.com

² laura.lissa@academico.ufpb.br

³ albuquerque.erich@gmail.com

⁴ italodemelocamara@hotmail.com

⁵ estacio.amaro@academico.ufpb.br, Desenvolvimento de Transtornos Mentais e Síndrome de Burnout em Cuidadores de Crianças e Adolescentes com Transtorno do Espectro Autista, (83) 3216-7178, prgufpb@gmail.com

APRESENTAÇÃO

No contexto da Reforma Psiquiátrica, a família se tornou protagonista no cenário de assistência ao paciente psiquiátrico, deixando de ser culpabilizada pela doença e passando a ser considerada uma importante aliada no processo de reabilitação (VIEIRA *et al.*, 2018).

A figura do cuidador principal surge dentro da família, que geralmente assume sozinho ou com pouco auxílio dos demais a responsabilidade direta por cuidados primários, como alimentação, vestuário, higiene, administração de remédios e finanças. Tal figura tem papel fundamental na assistência à criança ou ao adolescente com transtornos mentais como o Transtorno do Espectro Autista (TEA) (DALTRO *et al.*, 2020; DOURADO *et al.*, 2018).

O TEA consiste em déficits persistentes na comunicação social e na interação social em múltiplos contextos e possui uma classificação em graus determinada pela necessidade de apoio. As características de comunicação social e comportamentos restritivos e repetitivos são utilizados na identificação desses graus. De forma sintética, o primeiro nível é o indivíduo que “Exige apoio”, o segundo nível “Exige apoio substancial” e o terceiro nível “Exige apoio muito substancial”. Sendo assim, para os cuidadores, ao longo do tempo, a dependência da criança com TEA e necessidade de cuidados, pode gerar estresses físicos e mentais, pois ao prestar tal cuidado essa pessoa tem aspectos da sua vida pessoal, familiar e social influenciados (APA, 2013; SOARES *et al.*, 2020).

Essa mudança nos aspectos sociais expõe os cuidadores a grande risco de sofrer sobrecarga, visto que é uma função desgastante, e que altera a dinâmica familiar completamente. A falta de suporte e apoio de uma equipe de saúde mental, somada ao despreparo do familiar ao assumir a função têm levado este, gradativamente, também ao adoecimento mental ou até mesmo o desenvolvimento no cuidador de um transtorno mental, uma síndrome com perturbação clínica que afeta os processos psicológicos, biológicos ou de desenvolvimento subjacentes ao funcionamento mental (DOURADO *et al.*, 2018; SOUZA *et al.*, 2015).

Dessa forma, o aparecimento de transtornos mentais nos cuidadores pode manter relação com o grau de TEA, pois a dependência aumenta conforme os graus,

cenário que pode ter sido agravado no isolamento social oriundo de pandemia de COVID-19, que tem limitado as possibilidades de lazer e interação social, impactando negativamente na saúde mental da população (BARROS *et al.*, 2020).

Nesse sentido, os resultados desse trabalho apresentados nesse capítulo podem direcionar, teoricamente, o suporte e o apoio que as equipes de saúde mental fornecem aos cuidadores em tal situação, ampliando a visão de cuidado ao cuidador do indivíduo com TEA. Além disso, como é um estudo que pode influenciar em uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, ele se encaixa no 3º Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS), presentes na Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) (ONU, 2015).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) é um transtorno do neurodesenvolvimento que se caracteriza por dificuldades na comunicação e interação social, além da existência de padrões restritos e repetitivos de comportamentos, interesses e atividades. E, por definição, os sintomas estão presentes no início do desenvolvimento e afetam o funcionamento diário da criança. Considerado um dos transtornos do desenvolvimento mais frequentes no mundo, seus impactos não se restringem apenas à esfera pessoal da pessoa diagnosticada, mas se estendem para o âmbito familiar e social (FOMBONNE, 2009; APA, 2014).

Dados epidemiológicos de 2020 do CDC (Center for Disease Control ou Centro de Controle de Doenças) estimam que 1 pessoa a cada 54 nascidas vivas em todo o mundo apresenta esse transtorno, com maior incidência no sexo masculino. Esses dados corroboram com o intuito do presente estudo na medida em que apontam para a quantidade de cuidadores que estão sujeitos à sobrecarga física e emocional.

Nesse contexto, pode-se definir que o cuidador da criança e/ou adolescente com espectro autista é a pessoa que é responsável por auxiliá-lo a realizar suas atividades básicas, visto que esses indivíduos geralmente apresentam necessidades de apoio, que podem ser substanciais ou não, no seu cotidiano. O cuidador pode ser membro ou não da família, receber ou não remuneração, sendo então definido como cuidador informal ou

formal. Na maior parte dos casos, quem cuida deles é um membro familiar que assume tal responsabilidade. E é ainda mais comum que esse papel seja assumido pelas mães, que geralmente acumulam várias funções, além do cuidar, a exemplo a realização de tarefas domésticas, o que pode acarretar a sobrecarga física e emocional oriunda do alto investimento nos cuidados com seus filhos (SCHMIDT; BOSA, 2007; SANCHEZ; BAPTISTA, 2009; MS, 2012).

Tendo em vista a extensão e qualificação dos comprometimentos, o jovem é muitas vezes considerado um estressor potencial e seu diagnóstico resulta em um impacto para a família no que se refere às dificuldades e sintomas apresentados que podem incluir: agitação psicomotora, agressividade, alterações do sono, seletividade alimentar, entre outros. Juntamente às necessidades de cuidados especiais, os comprometimentos inerentes à condição implicam em uma revisão de expectativas da vida em família, além de exigir a reorganização da rotina familiar. (SEMENSATO; BOSA, 2013).

Os cuidadores familiares experienciam mudanças em aspectos pessoais, sociais e conjugais, relatando baixos níveis de satisfação em diversos âmbitos devido à preocupação com seus filhos. Por conseguinte, a possibilidade de desenvolvimento de esgotamento físico e psíquico e de transtornos mentais é geralmente consequente ao estresse, bem como da ausência ou do pouco suporte familiar, técnico e financeiro. Logo, a sobrecarga do cuidador é definida como o estado psicológico que resulta da combinação de trabalho físico, tensão emocional, restrição social e dificuldades financeiras oriundas da atividade realizada (ALVARÉZ, 2014; SILVA; RIBEIRO, 2012; DIAS, 2017).

A presença de uma criança com autismo modifica a dinâmica das relações entre os membros da família, e vários estudos têm apontado para a prevalência sobretudo de depressão e transtornos de ansiedade, além da Síndrome de Burnout e do estresse crônico em seus responsáveis. Esses estudos têm concluído que o exercício do cuidado à pessoa com transtorno mental ao longo do tempo pode estar associado ao adoecimento do cuidador, e que esse adoecimento estaria diretamente relacionado ao tempo empregado na função, além do grau de necessidade do indivíduo cuidado (WESTPHAL *et al.*, 2005; ROBLEDILLO *et al.*, 2012; SOUSA, 2015; DIAS, 2017; DOURADO, 2018)

A Síndrome de Burnout é definida como uma das consequências mais marcantes do estresse ocupacional, e possui três dimensões principais: exaustão avassaladora,

sentimentos de cinismo e distanciamento do trabalho, e sensação de ineficácia e falta de realização. Entre os sintomas estão: perda gradual das emoções, da motivação e do empenho acompanhado de sintomas físicos e mentais, denotando um estado de sobrecarga e esgotamento. A doença acomete principalmente ocupações com elevados níveis de contato interpessoal, como é o caso do cuidador do jovem com TEA. Como consequência das tarefas rotineiras, o responsável pelos cuidados sofrerá um desgaste gradual e continuado, podendo apresentar níveis de estresse, depressão, ansiedade, cansaço, insônia, dores físicas e musculares (SANTOS, 2005; KHANNA, 2010; SEQUEIRA, 2010; ALMEIDA, 2013; RATTAZ *et al.*, 2014; MASLACH, 2016).

O Transtorno Depressivo (TD) tem incidência duas vezes maior em mulheres, e pode aparecer como episódio único ou como forma recorrente. O TD é caracterizado pelo Manual Diagnóstico e Estatístico dos Transtornos Mentais, em sua 5ª edição (DSM-5) como a presença de humor deprimido, tristeza, insônia ou fadiga, assim como sentimento de culpa, falta de energia, dificuldades para pensar, concentrar-se e tomar decisões. Sua identificação, nem sempre feita, reveste-se de importância porque, apesar de ser um problema comum, sério, e que pode ser incapacitante para o cuidador, possui tratamento (LEITE, 2020).

Já o transtorno de ansiedade, de acordo com o DSM-5, caracteriza-se por medo e ansiedade em excesso, levando o indivíduo à resposta de luta ou fuga, além de sintomas desagradáveis como tensão muscular, palpitações, vertigem, insônia sensação de boca seca, falta de ar e/ou hipervigilância, além de dificuldade para realizar trabalhos, desfrutar de seus momentos de lazer ou participar de atividades sociais com seus familiares. De acordo com o grau de ansiedade, a pessoa vive angustiada, tensa, preocupada, nervosa ou irritada, o que pode acarretar, nesse contexto, um prejuízo na relação com o jovem dependente dos cuidados (APA, 2014; DOURADO *et al.*, 2018).

Em relação ao estresse psicológico, familiares e cuidadores de pessoas com autismo sabidamente apresentam níveis elevados, se comparados às famílias de crianças com o desenvolvimento típico e, dessa forma, há influência sobre a qualidade de vida geral familiar. Não obstante, famílias que possuem filhos com TEA apresentam um elevado nível de preocupação ligado ao bem-estar deles, principalmente porque lidam com o preconceito, advindos da falta de conhecimento e preparo da sociedade, e com o medo de

quando não puderem mais suprir as necessidades do ente querido (KOEGL *et al*, 2003; CADMAN *et al*, 2012).

A pesquisa de Barroso, Bandeira e Nascimento (2007) com uma amostra de 150 familiares, concluiu que a maioria dos familiares participantes que cuidavam dos pacientes sofriam de algum transtorno psicológico. De acordo com os autores, 75,3% avaliaram que a sobrecarga de cuidar de seus familiares em sofrimento mental causava impacto permanente em suas vidas. E cerca de 84% dos cuidadores residiam com o paciente, e a pesquisa mostrou que o fato de ajudar seus familiares com tarefas cotidianas ocasionava elevada carga objetiva e subjetiva. (DOURADO *et al*, 2018).

De acordo com o tipo de deficiência e o grau de dependência, as tarefas irão variar e ao se tornar um cuidador, o mesmo tende a descuidar-se da própria saúde, do seu bem-estar físico, mental, emocional e social. Na literatura há a associação que cuidar de uma criança com TEA está intimamente relacionado aos resultados negativos de saúde física e psicológica. Dessa forma, o aparecimento de transtornos mentais nos cuidadores pode manter relação com o grau de TEA, pois a dependência aumenta conforme os graus sendo, então, um dos objetivos deste trabalho avaliar tal relação (BARROS *et al*, 2020).

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo descritivo, correlacional, transversal e com natureza quantitativa realizado com cuidadores de crianças e adolescentes com TEA, que se inscreveram para participar, por meio de formulário eletrônico de inscrição, da pesquisa. Devido todo o cenário enfrentado pela pandemia da COVID-19, todo o contato com os participantes fora realizado através do meio virtual (online), desde a inscrição até a aplicação dos testes, utilizando-se a plataforma do Google Forms para coleta do instrumento e avaliação do mesmo.

Sendo assim, os questionários utilizados neste estudo foram: o Questionário Sociodemográfico, o Inventário de Burnout de Copenhagen (CBI) adaptado, o Inventário de Sobrecarga do Cuidador de Zarit (ZBI), o Inventário de Depressão de Beck (BDI) e o Inventário de Ansiedade de Beck (BAI).

O Questionário Sociodemográfico foi aplicado para analisar variáveis, como: gênero, idade, escolaridade, estado civil, local de residência, cidade, profissão, renda familiar mensal, religião, entre outros questionamentos. Além disso, alguns dados da criança também foram analisados como: gênero, idade, com quem mora, diagnóstico, tratamentos que realiza e principais sintomas.

O Inventário de Burnout de Copenhagen (CBI) foi aplicado por ser uma ferramenta de mensuração de Burnout. É composto por três escalas: o burnout pessoal; o burnout relacionado com o trabalho; o burnout relacionado com o cliente. No entanto, neste estudo somente a parte de burnout pessoal do questionário, com suas seis questões, foi aplicada e essa parte é responsável por avaliar o grau de exaustão física, psicológica e da exaustão experienciada pela pessoa. A pontuação total da escala é a média da pontuação dos itens, sendo a pontuação: Sempre – 100, Frequentemente – 75, Às vezes – 50, Raramente – 25, Nunca/quase nunca – 0. Considera-se como um elevado nível de burnout os valores iguais ou superiores a cinquenta pontos.

O Inventário de Sobrecarga do Cuidador de Zarit (ZBI) foi aplicado por ser uma das escalas mais utilizadas para avaliação da sobrecarga em cuidadores de pessoas com transtornos mentais e físicos. Cada item da escala é pontuado de 0 a 4, sendo 0=nunca, 1=raramente, 2=às vezes, 3=muito frequentemente, 4=quase sempre. Essa pontuação indica ao pesquisador a frequência de cada item. O último item da escala também é pontuado de 0 a 4, mas as respostas possíveis indicam o quanto o respondente está sobrecarregado devido ao seu papel de cuidador (0 = nada, 1=um pouco, 2=bastante, 3=bastante, 4=muito). Todos os itens devem ser avaliados. O escore total da escala é obtido somando-se todos os itens e pode variar de 0 a 88, valores menores ou iguais a 21 indicam a ausência de sobrecarga e valores superiores a 21 indicam algum nível de sobrecarga.

Outra escala aplicada foi o Inventário Beck de Depressão (BDI) foi aplicado com seus 21 itens que compõem esse instrumento para avaliar a ocorrência do distúrbio em pais, pois além de permitir uma avaliação rápida, o inventário também fornece importantes dados acerca de pensamentos negativos. Os escores para a versão em português são depressão mínima (0-11), depressão leve (12-19), depressão moderada (20-35) e depressão grave (36-63);

Por fim, foi aplicado o Inventário de Ansiedade de Beck, esse instrumento foi desenvolvido para avaliar o rigor dos sintomas de ansiedade em pacientes e conta com 21 itens que refletem somaticamente os sintomas característicos da ansiedade. Os escores para a versão em português são: 0-10: grau mínimo de ansiedade. 11-19: ansiedade leve. 20-30 ansiedade moderada. 31-63 ansiedade severa.

A amostra utilizada foi composta por adultos entre 18 e 60 anos que passaram por critérios de inclusão como: cuidadores principais de crianças e adolescentes com idade de 3 a 18 anos incompletos com TEA que se inscreveram via formulário e que não se encontravam impossibilitados de responderem aos questionários. Além disso, deveriam participar da pesquisa por livre espontânea vontade mediante assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Como critério de exclusão foi adotado: os cuidadores que apresentaram comorbidades, dificuldades de locomoção, acometimento neuropsiquiátrico grave e/ou quaisquer limitações físicas e cognitivas que os impediram de responder aos questionários. Após a seleção da amostra, e conseqüentemente aplicação dos questionários, os resultados foram submetidos a análise estatística.

Os dados coletados foram digitados em banco de dados da planilha do Microsoft Excel®. Logo após foram exportados para o programa Jamovi®, versão 0.9, para realização de análise estatística. Todos os dados foram expressos em média, mediana e percentis para variáveis quantitativas. O teste de Shapiro-Wilk foi realizado para verificar a normalidade da amostra. Como foi encontrada normalidade para todas as quatro escalas e seus respectivos dados, utilizaram-se os testes paramétricos: primeiramente foi comparada a presença de transtornos mentais em cuidadores de crianças e adolescentes com TEA com o one way ANOVA e o one sample T test, posteriormente, uma tabela de contingência com os graus do transtorno, bem como os níveis do TEA foram analisados, após verificar a contagem esperada o teste exato de Fischer foi utilizado em todos os casos.

O estudo atendeu aos aspectos éticos de pesquisa envolvendo seres humanos regulamentados pelo Conselho Nacional de Saúde, por meio da Resolução 466/2012 e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Lauro Wanderley da Universidade Federal da Paraíba – HULW/UFPB, com CAEE nº 47669921.9.0000.8069, parecer nº 4.938.359.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo contou com 31 cuidadores, dos quais 30 (96,8%) eram do sexo feminino, além disso, entre os cuidadores, a totalidade era de mães, correspondendo a 96,8% do total de participantes. Tal achado demonstra o que Cisne e Santos (2018) discutem sobre o cuidado e a figura feminina, pois no imaginário social a mulher ainda continua sendo identificada como responsável. A maioria dos entrevistados, 16 (51,6%), encontra-se na faixa etária entre 35 e 45 anos. Do total dos cuidadores, 20 (64,5%) indivíduos eram provenientes da cidade de João Pessoa. A Tab. 1 sintetiza outros dados sociodemográficos dos cuidadores:

Tabela 1 - Perfil Sociodemográfico dos cuidadores

Variáveis	Categorias	N	%
Sexo	Feminino	30	96,8
	Masculino	1	3,2
Parentesco	Mãe	30	96,8
	Pai	1	3,2
Faixa Etária	20 a 35 anos	9	29
	35 a 45 anos	16	51,6
	Acima de 45 anos	6	19,4
Escolaridade	Ensino Fundamental Incompleto	1	3,2
	Ensino Fundamental Completo	3	9,6
	Ensino Médio Incompleto	2	6,5
	Ensino Médio Completo	7	22,6
	Ensino Superior Incompleto	6	19,4
	Ensino Superior Completo	12	38,7
Renda	Até 1 Salário mínimo	8	25,8
	Entre 1 e 2 Salários Mínimos	10	32,3
	Entre 3 e 5 Salários Mínimos	7	22,6
	Acima de 5 Salários Mínimos	6	19,4

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nesta pesquisa, foi observado que 16 (51,6%) dos cuidadores não exerciam nenhuma atividade laboral e precisaram parar de trabalhar em função da atividade de

cuidados, tendo sido observado que 10 (32,3%), vivem com renda entre 1 e 2 salários mínimos e 8 (25,8%) com até 1 salário mínimo. No que diz respeito à escolaridade, 12 (38,7%) têm ensino superior completo e 7 (22,6%) o ensino médio completo. Esses dados apresentam uma situação característica dos cuidadores que recebem o diagnóstico de TEA, pois as necessidades da criança ou adolescente com TEA impactam no contexto familiar (SILVA *et al*, 2020).

Esses cuidadores eram responsáveis por crianças e adolescentes com idades de 3 a 17 anos, com média de idade de oito anos. Das crianças e adolescentes com TEA, 27 (87%) do total eram do sexo masculino, esse dado é compatível com o que a epidemiologia atual sobre o TEA apresenta, pois a proporção de gênero de 4:1 é amplamente citada e demonstrada por artigos de prevalência populacional. Além disso, quanto ao grau do TEA: 10 indivíduos possuíam TEA Leve (32,3%), 16 TEA Moderado (51,6%) e 5 TEA Severo (16,1%). A Tab. 2 agrega outras informações sobre as crianças e adolescentes com TEA e o perfil do cuidado prestado (ZHOU *et al*, 2020).

Tabela 2 - Perfil do cuidado à criança e adolescente com TEA.

Variáveis	Categorias	N	%
Grau de TEA	Leve	10	51,6
	Moderado	16	32,3
	Grave	5	16,1
Nível de Dependência	Muito dependente	21	48,4
	Pouco dependente	10	51,6

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nessa segunda tabela verifica-se que 21(48,4%) dos indivíduos com TEA possuem um grau de dependência elevado e tal situação se manifesta com altos níveis de sobrecarga e estas alterações podem promover outras mudanças a nível profissional e social. Tal sobrecarga manifesta-se somaticamente, pois ao cuidar da criança ou adolescente o cuidador reduz seu próprio autocuidado (DESCHAMPS, *et al*, 2020; MOREIRA, *et al* 2020).

A sobrecarga total do cuidador teve em média um escore de 41, verificou-se que 30 (96,8%) dos cuidadores apresentaram sobrecarga. No entanto, não foi verificada diferença estatisticamente significativa em relação à presença da sobrecarga nos diferentes níveis de TEA como pode ser verificado na tab. 3, mesmo que a tab. 4 apresente que os cuidadores com crianças e adolescentes com grau severo de TEA apresentaram uma média de escore maior que os demais (58,6).

Tabela 3 – Resultado da análise entre o escore na escala ZBI e os graus de TEA.

	F	df1	df2	p
Escore no Inventário de Sobrecarga do Cuidador de Zarit	1.67	2	28	0.206

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 4 – Tabela Descritiva do resultado da análise entre o escore na escala ZBI e os graus de TEA.

	Diagnóstico	N	Média	DP
Escore no Inventário de Sobrecarga do Cuidador de Zarit	TEA Leve	10	51.6	17.7
	TEA Moderado	16	44.4	12.2
	TEA Severo	5	58.6	23.7

Fonte: Elaborada pelos autores.

Segundo ARDIÇ & OLCAY, (2021), a sobrecarga gerada pela necessidade constante de assistência pode gerar a síndrome de burnout, já definida como fadiga crônica, física e mental. Na análise do Inventário de Burnout de Copenhagen aplicado aos cuidadores foi verificado que 29 (93,5%) dos cuidadores apresentavam elevado nível de Burnout pessoal. Ao analisar estatisticamente os escores e os graus de TEA, não foi verificada diferença estatisticamente significativa em relação à presença da Burnout nos diferentes níveis de TEA como verificado na tabela 5. No entanto, ao verificar os valores médios encontrados de escore em um teste t, com o valor de teste sendo definido como 50, foi verificada uma significância estatística - tab.7. Pode-se inferir desse achado que

apesar dos diferentes níveis não serem diretamente relacionados ao aparecimento do Burnout, a presença do TEA em seus diferentes níveis pode estar associada à presença da síndrome.

Tabela 5 – Resultado da análise entre o escore no Inventário de Burnout de Copenhagen dos cuidadores e os graus de TEA.

	F	df1	df2	p
Score no CBI	0.246	2	28	0.784

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 6 - Tabela Descritiva do resultado da análise entre o escore do Inventário de Burnout de Copenhagen dos cuidadores e os graus de TEA.

	Diagnóstico	N	Média	DP
Score no CBI	TEA Leve	10	72.1	18.7
	TEA Moderado	16	68.2	14.7
	TEA Severo	5	72.5	12.7

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 7 – Teste t para os escores no Inventário de Burnout de Copenhagen dos cuidadores com o valor de teste de 50.

	Estatística	df	p	
Score no CBI	t- student	7.25	30.0	< .001

Fonte: Elaborada pelos autores.

Na pesquisa ainda foram aplicados dois outros questionários, que substituíram o plano original de aplicação do Mini International Neuropsychiatric Interview (MINI). Essa mudança ocorreu, pois o MINI é uma entrevista diagnóstica estruturada padronizada que

deve ser analisada por um psiquiatra para gerar o diagnóstico. Os dois instrumentos utilizados, o Inventário de Depressão de Beck (BDI) e o Inventário de Ansiedade de Beck (BAI), são preenchidos pelo próprio indivíduo e geram um escore que o classifica em níveis de Depressão e Ansiedade. Após essa mudança, foi verificado que, no BAI, 26 (83,9%) dos cuidadores apresentavam graus de ansiedade (leve a severo). Esses resultados indicam uma prevalência no grupo de cuidadores maior do que a prevalência global de ansiedade (3,6%) na população geral. No entanto, ao analisar estatisticamente os escores e os graus de TEA, não foi verificada diferença estatisticamente significativa em relação à ansiedade nos cuidadores e nos diferentes níveis de TEA como verificado na tabela 8 (OMS, 2017).

Tabela 8 – Resultado da análise entre os escores dos cuidadores no Inventário de Ansiedade de Beck e os graus de TEA das crianças e adolescentes.

	F	df1	df2	p
Score no BDI	0.781	2	28	0.468

Fonte: Elaborada pelos autores.

Em relação ao Inventário de Depressão de Beck (BDI), a média de escore foi de 19 e verificou-se que 17 (54,8%) dos cuidadores apresentaram algum grau de depressão. Assim como na BAI, esses resultados também apresentam uma prevalência no grupo de cuidadores maior do que a prevalência global de depressão (4,4%) na população geral. Ademais, não foi verificada diferença estatisticamente significativa em relação à presença de ansiedade nos diferentes níveis de TEA como pode ser verificado na tab. 9 (OMS, 2017).

Tabela 9 – Resultado da análise entre os escores dos cuidadores no Inventário de Depressão de Beck e os graus de TEA das crianças e adolescentes.

	F	df1	df2	p
Escore no BDI	0.705	2	28	0.503

Fonte: Elaborada pelos autores.

Uma metanálise que teve como amostra os cuidadores de 9.208 crianças e adolescentes com TEA encontrou uma prevalência de 31% para transtornos depressivos e 33% para transtornos de ansiedade. Tanto os valores encontrados nessa metanálise, quanto os valores encontrados em nossa pesquisa indicam que o grupo de cuidadores está mais propenso a esse tipo acometimento da saúde mental e que o manejo deve ser o mais adequado possível para que o cuidador seja capaz de oferecer tal cuidado para a criança e o adolescente com TEA (SCHNABEL *et al*, 2020).

CONCLUSÕES

Nesse estudo foi avaliada a relação entre o grau do TEA nas crianças e adolescentes e o desenvolvimento, nos cuidadores, de transtornos mentais decorrentes da sobrecarga advinda do cuidar. O estudo em questão demonstrou que os participantes apresentaram os transtornos investigados. Entretanto, foi observado que esses transtornos não tiveram a influência do grau de TEA da criança e adolescente sob cuidado direto. Além disso, foi possível traçar um perfil dos cuidadores a partir do estudo sociodemográfico e determinar a relação desse perfil com o aparecimento dos transtornos. Apesar das limitações inerentes, ao definir tal perfil epidemiológico desses participantes, torna-se possível a identificação precoce do aparecimento dos transtornos nos cuidadores, assim que ocorre o diagnóstico do transtorno na criança e adolescente.

Perspectivas

As perspectivas em relação ao futuro dessa pesquisa são positivas, visto que, o aumento da prevalência de crianças e adolescentes com diagnóstico de TEA poderá, como

visto no trabalho, implicar no aparecimento de transtornos em seus cuidadores e para que políticas públicas sejam pensadas e implementadas no âmbito da sociedade, deve-se conhecer o perfil e o acometimento da saúde mental desses cuidadores.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition (DSM-V). Arlington, VA: American Psychiatric Association, 2013.

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. Diagnostic and Statistical Manual of Mental disorders: DSM-5. 5th ed. Washington: **American Psychiatric Association**, 2014.

ARDIÇ, Avşar; OLCAY, Seray. Investigation of the relationship between the burnout level of parents of children with autism spectrum disorder (asd) and asd symptom level and family needs by regression analysis. **Egitim ve Bilim**, v. 46, n. 206, 2021.

BARROS, M. B. A. et al. Relato de tristeza/depressão, nervosismo/ansiedade e problemas de sono na população adulta brasileira durante a pandemia de COVID19. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, Brasília, v. 29, n. 4, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ress/a/nFWPcDjfNcLD84Qx7Hf5ynq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 26 julho 2022.

BOSA, C. A.; ZANON, R. B.; BACKES, B. Autismo: Construção de um Protocolo de Avaliação do Comportamento da Criança – Protea-R. *Psicologia: Teoria e Prática*, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 194-205, 2016. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/ptp/v18n1/15.pdf>. Acesso em: 26 julho 2022.

BRASIL; MINISTÉRIO DA SAÚDE; SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE. Caderno de Atenção Domiciliar. v. 2. Brasília: Ministério da Saúde, 2012. Disponível em: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/caderno_atencao_domiciliar_melhor_casa.pdf. Acesso em: 26 julho 2022.

DALTRO, Manuela Carla de Souza Lima et al. Intervenção interdisciplinar na depressão e qualidade de vida e sono de cuidadores de crianças e adolescentes com transtornos mentais. *Revista Brasileira de Educação e Saúde*, Pombal, PB, v. 10, n. 2, p. 104-110, abr. 2020. Disponível em: <https://www.editoraverde.org/gvaa.com.br/revista/index.php/REBES/article/view/7820/7426>. Acesso em: 02 jun. 2021.

DESCHAMPS, Trent D. *et al.* Parenting stress in caregivers of young children with ASD concerns prior to a formal diagnosis. **Autism Research**, v. 13, n. 1, p. 82-92, 2020.

DOURADO, D. M. et al. Ansiedade e depressão em cuidador familiar de pessoa com transtorno mental. *ECOS - Estudos Contemporâneos da Subjetividade*, v. 8, n. 1, p. 153-167, 2018. Disponível em:

<http://www.periodicoshumanas.uff.br/ecos/article/view/2377>. Acesso em: 26 maio 2022.

FÁVERO, M. A. B.; SANTOS, M. A. dos. Autismo Infantil e Estresse Familiar: Uma Revisão Sistemática da Literatura. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v. 18, n. 3, p. 358-369, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prc/a/fgLcDdLJcTJK9YJjVHhYTbG/?lang=pt>. Acesso em: 26 maio 2021. FIORAVANTI, A. C. M. et al. Avaliação da estrutura fatorial da Escala de Ansiedade Traço do IDATE. *Avaliação Psicológica*, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 217-224, 2006. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04712006000200011. Acesso em: 26 maio 2022.

FOMBONNE, E. Epidemiology of pervasive developmental disorders. *Pediatric Research*, v. 65, p. 591-598, 2009. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/pr2009131>. Acesso em: 26 maio 2021. ITO, L. M.; RAMOS, R. T. Escalas de avaliação de ansiedade. *Rev Psiq Clin [S.l.]*, v. 25, n. 6, p. 294-302, 1998.

HENRIQUES, Renata da Trindade Meira; CABANA, Maria Cristina Fonsêca de Lima; MONTARROYOS, Ulisses Ramos. Prevalência de Transtornos Mentais Comuns e sua associação com a sobrecarga em cuidadores familiares de idosos. **Mental**, v. 12, n. 22, p. 35-52, 2018.

KHANNA, R. Burden of Care and Health-Related Quality of Life among Caregivers of Children with Autism Spectrum Disorder. 2010. 189f. Thesis (Doctorate of Philosophy In Pharmaceutical Systems and Policy) - School of Pharmacy, West Virginia University, Morgantown, 2010. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/230464121.pdf>. Acesso em: 26 maio 2022.

LEITE, G. F.; ALVES, B. R.; SANTOS, E. E. F. dos. Perfil psicológico de pessoas com depressão maior a otica do psicodiagnostico. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 50443-50449, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/13792/11539>. Acesso em: 26 maio 2022.

MASLACH, C.; LEITER, M. P. Understanding the burnout experience: recent research and its implications for psychiatry. *World Psychiatry*, v. 15, n. 2, p. 103- 111, 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4911781>. Acesso em: 26 maio 2022.

MOREIRA, Teresa; LIMA, Andreia Maria Novo; GUERRA, Maria Manuela. Sobrecarga do cuidador informal de crianças com transtorno do espectro do autista. **Journal Health NPEPS**, v. 5, n. 1, p. 38-51, 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 3: Saúde e Bem-Estar. 2015. Disponível em: <https://bit.ly/3x0pcdP>. Acesso em: 4 jun. 2021.

RAMOS, Ana Carolina; CALAIS, Sandra Leal; ZOTESSO, Marina Cristina. Convivência do familiar cuidador junto a pessoa com transtorno mental. **Contextos Clínicos**, v. 12, n. 1, p. 282-302, 2019.

SANCHEZ, F. I. A.; BAPTISTA, M. N. Avaliação familiar, sintomatologia depressiva e eventos estressantes em mães de crianças autistas e assintomáticas. *Contextos Clínicos*, São Leopoldo, v. 2, n. 1, p. 40-50, 2009. Disponível em:

http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-34822009000100005&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 26 maio 2022.

SCHMIDT, C.; BOSA, C. Estresse e auto-eficácia em mães de pessoas com autismo. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*, Rio de Janeiro, v. 59, n. 2, p. 179- 191, 2007.

Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-52672007000200008. Acesso em: 26 maio 2022.

SCHNABEL, Alexandra et al. Psychopathology in parents of children with autism spectrum disorder: A systematic review and meta-analysis of prevalence. *Autism*, v. 24, n. 1, p. 26-40, 2020.

SEMENSATO, M. R.; BOSA, C. A. Relato de pais de crianças com autismo sobre a rede de apoio formal: aspectos da elaboração parental do diagnóstico. *Revista Educação Especial*, Santa Maria, v. 26, n. 47, p. 651-664, 2013. Disponível em:

<https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/9687/pdf>. Acesso em: 26 maio 2022.

SEQUEIRA, C. Instrumentos de medição: sobrecarga do familiar cuidador do idoso demenciado. In: *Unidade de Investigação em Saúde e Qualidade de Vida*, Livro de Actas do 2ª Congresso Saúde e Qualidade de Vida. Porto: Escola Superior de Enfermagem de S. João, 2007.

SILVA, L. M. T.; SCHALOCK, M. Autism parenting stress index: initial psychometric evidence. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, v. 42, n. 4, p. 566- 574, 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21556967/>. Acesso em: 26 maio 2022.

SILVA, Sr Francisco Valter Miranda *et al.* Qualidade de vida dos cuidadores familiares de crianças e adolescentes com transtorno do espectro autista. *Ciências & Cognição*, v. 25, n. 1, p. 117-126, 2020.

SOARES, Ana Pricila Teixeira et al. Transtorno do Espectro Autista (TEA): Conhecimento e Sobrecarga dos Pais. *Saúde e Desenvolvimento Humano*, v. 8, n. 3, p. 09-16, 2020.

SOUSA, J. E. M. de. Impacto do Diagnóstico de Autismo: Qualidade de Vida e Sobrecarga dos Cuidadores Informais de Crianças com Perturbações do Espectro do Autismo. 2005. 51f. Dissertação (Mestrado em Psicologia Clínica e da Saúde) - Faculdade de Psicologia, Educação e Desporto, Universidade Lusófona do Porto, Porto, 2016. Disponível em: <https://recil.grupolusofona.pt/bitstream/10437/6990/1/Disserta%20c3%a7%20a3%20Joaquim%20Sousa%20.pdf>. Acesso em: 26 maio 2022.

SOUZA, Lidiane Ribeiro de et al. Sobrecarga no cuidado, estresse e impacto na qualidade de vida de cuidadores domiciliares assistidos na atenção básica. *Cadernos Saúde Coletiva*, v. 23, n. 2, p. 140-149, 2015. VIEIRA, Luana Régia Ferreira et al. O papel da família ao paciente de transtorno mental: uma revisão de literatura. 2018.

World Health Organization. (2017). Depression and other common mental disorders: global health estimates (No. WHO/MSD/MER/2017.2). World Health Organization.

resgatado de: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254610/WHO-MSDMER-2017.2-eng.pdf>

ZHOU, Hao et al. Prevalence of autism spectrum disorder in China: a nationwide multi-center population-based study among children aged 6 to 12 years. **Neuroscience Bulletin**, v. 36, n. 9, p. 961-971, 2020.

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

NOVOS COMPLEXOS DE ÍONS LANTANÍDEOS CONTENDO LIGANTES DICETONATOS E BIS(FOSFINÓXIDOS)

Ashley Andersson Santos Santana de Jesus¹ Paulo Roberto da Silva Santos² William Belo de Lima³ Israel Ferreira da Costa⁴ Ercules Epaminondas de Sousa Teotonio⁵

RESUMO

Este capítulo reporta a síntese, caracterização e estudos das propriedades estruturais e luminescentes de novos compostos de íons lantanídeos trivalentes Ln^{3+} (Ln^{3+} : Eu^{3+} e Gd^{3+}) contendo ligantes dicetonatos e bis(difenilfosfinóxidos). Esses compostos foram obtidos a partir das reações entre seus respectivos aquo-complexos dicetonatos e o ligante óxido de 1,2-bis(difenilfosfina)etano. Os complexos sintetizados foram caracterizados a partir de análise elementar CHN, titulação complexométrica, espectroscopia de absorção na região do infravermelho e análise termogravimétrica. Os espectros FT-IR dos complexos indicaram que a coordenação dos ligantes ocorre por meio dos átomos de oxigênio dos grupos C=O e P=O dos ligantes dicetonatos e fosfinóxido, respectivamente. Os espectros de excitação indicaram que os processos de sensibilização da luminescência nesses compostos foram bastante operativos. Os espectros de emissão dos compostos de európio exibiram bandas finas oriundas das transições intraconfiguracionais 4f-4f. Os complexos $\text{Eu}(\text{tta})_3(\text{dppeO}_2)$, $\text{Eu}(\text{dbm})_3(\text{dppeO}_2)$ e $\text{Eu}(\text{btf})_3(\text{dppeO}_2)_2$ exibiram valores de rendimento quântico absoluto acima de 40%, sendo sistemas com potencial aplicação para dispositivos moleculares conversores de luz.

Palavras-chave: Lantanídeos. Bis(difenilfosfinóxidos). Dicetonatos. Luminescência.

¹ ashleypb12@gmail.com

² roberto.santos.p.s@outlook.com

³ williamdelima@outlook.com

⁴ israelc@iq.usp.br

⁵ ercteot@gmail.com, Título do Projeto de Pesquisa/Plano de Trabalho: Novos complexos beta-dicetonatos de íons lantanídeos trivalentes contendo ligantes bis(difenilfosfinóxidos): síntese, estrutura e propriedades luminescentes, e-mail da Instituição de vínculo da bolsa: cadastrcgpai@propesq.br.

APRESENTAÇÃO

Este capítulo apresenta os resultados obtidos no plano de trabalho de iniciação científica intitulado “Novos complexos de íons lantanídeos contendo ligantes dicetonatos e bis(fosfinóxidos)”, vinculado ao projeto intitulado “**Novos complexos beta-dicetonatos de íons lantanídeos trivalentes contendo ligantes bis(difenilfosfinóxidos): síntese, estrutura e propriedades luminescentes**” (chamada de produtividade UFPB 03/2020, programa de apoio à pesquisa da UFPB), o qual foi elaborado e orientado pelo Prof. Dr. Ercules Epaminondas de Sousa Teotonio e desenvolvido no período de setembro de 2021 a agosto de 2022 no Laboratório de Compostos de Coordenação e Química de Superfície LCCQS/DQ-UFPB.

A química de coordenação dos compostos a base de íons lantanídeos trivalentes (Ln^{3+}) com ligantes orgânicos constitui um campo de pesquisa atrativo para a comunidade científica. Esse interesse é uma consequência de vários fatores, tais como: elevada estabilidade termodinâmica, cores puras de emissão e decaimento longo de luminescência do centro metálico desses compostos (KREMER et al., 2005; LIMA, 2019). Na literatura é possível encontrar diversas aplicações dos complexos de lantanídeos, destacando-se o uso como marcadores biológicos (STARCK et al., 2020), luminóforos (MIYATA et al., 2013) e diodos orgânicos emissores de luz (MARQUES et al., 2017).

Nesse contexto, compostos de coordenação de íons Ln^{3+} contendo ligantes dicetonatos e bis(difenilfosfinóxidos) são atrativos devido à possibilidade de formarem compostos polinucleares, que apresentam as características supracitadas, com potencial aplicação em termoluminescência (KITAGAWA et al., 2021). Portanto, este trabalho objetiva a síntese, caracterização e investigação das propriedades estruturais e luminescentes dos novos compostos de íons lantanídeos contendo ligantes β -dicetonatos e bis(difenilfosfinóxidos) no mesmo composto de coordenação. E os objetivos específicos são:

- Sintetizar e caracterizar os ligantes bis(difenilfosfinóxidos) contendo grupos espaçadores etileno (CH_2)₂;

- Sintetizar novos polímeros de coordenação luminescentes de íons lantanídeos trivalentes, (Ln^{3+} : Eu^{3+} e Gd^{3+}) com os ligantes bis(difenilfosfinóxidos);
- Investigar as propriedades estruturais dos compostos por espectroscopia de absorção na região do infravermelho;
- Estudar as propriedades térmicas dos compostos utilizando as técnicas de TG/DTG e DTA;
- Investigar as propriedades fotoluminescentes dos materiais polinucleares utilizando as técnicas de luminescência estática e resolvida no tempo nas regiões do visível;
- Determinar parâmetros espectroscópicos tais como: taxas radiativas (A_{rad}) e não-radiativas (A_{nrad}) do estado emissor, eficiência quântica intrínseca e parâmetros de intensidade ($\Omega_{\lambda} = 2$ e 4).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os lantanídeos compreendem a série de elementos com números atômicos entre 58 e 71, resultando na configuração eletrônica $[\text{Xe}]4f^n 5s^2 5p^6 5d^{0-1} 6s^2$ ($n=1-14$). Dos estados de oxidação, o trivalente é o mais termodinamicamente estável, o qual caracteriza o preenchimento sucessivo da subcamada 4f (BÜNZLI et al., 2007). Nestas espécies, os orbitais 5s e 5p possuem uma maior extensão radial do que os orbitais 4f, protegendo-os de interações com o ambiente externo. Desse modo, o aumento do número atômico ao longo da série, bem como, a blindagem imperfeita dos elétrons resulta em uma diminuição dos átomos e íons, esse efeito é chamado de “contração lantanídica” (YUAN et al., 2019).

Uma das principais características dos compostos de coordenação de íons Ln^{3+} é que estes podem apresentar altas intensidades de luminescência. O íon Eu^{3+} exemplifica satisfatoriamente essa propriedade, em função da sua elevada intensidade de emissão (${}^5\text{D}_0 \rightarrow {}^7\text{F}_0-6$), em particular da transição ${}^5\text{D}_0 \rightarrow {}^7\text{F}_2$ na região do vermelho (BINNEMANS, 2015). Todavia, a emissão dos lantanídeos por excitação direta apresenta baixa intensidade, como consequência das transições intraconfiguracionais $4f^n$ serem proibidas pela regra de Laporte (FAUSTINO et al., 2013).

Nesse contexto, o desenvolvimento de sensibilizadores de luminescência que maximizem a transferência de energia ligante-metal, contornando o problema da baixa absorvidade molar desses centros metálicos, representa uma das áreas de maior interesse científico (TEOTONIO et al., 2007). Dentre as classes de compostos orgânicos que melhor atuam como sensibilizadores de luminescência, encontram-se os ligantes β -dicetonatos, em razão da alta absorvidade molar, elevada capacidade de transferir energia para o lantanídeo e coordenação eficiente ao centro metálico por meio dos átomos de oxigênio (TEOTONIO, 2004). Ademais, mudanças no tipo e natureza química dos grupos substituintes podem causar variações significativas na estrutura de níveis de energia desses ligantes. Assim, torna-se possível “sintonizar” a estrutura de níveis de energia dos ligantes com aquela do íon lantanídeo. Entretanto, a supressão de luminescência provocada por moléculas de água e de solvente que eventualmente encontram-se próximo do metal pode ser bastante eficiente.

Nessa circunstância, ligantes neutros são utilizados para saturar a primeira esfera de coordenação desses complexos (QIAN, YANG, WANG, 2002). Existem diversas classes de ligantes capazes de atuarem com essa finalidade, contudo a classe derivada do bis(difenilfosfinóxido) tem sido investigada por diversos autores (MIYATA et al., 2012; HASEGAWA et al., 2015; KITAGAWA et al., 2021). Deve-se ressaltar que além de atuarem como ligantes auxiliares completando a primeira esfera de coordenação dos complexos β -dicetonatos de Ln^{3+} , esses ligantes contribuírem para a formação de compostos polinucleares, posto que estes apresentam uma grande variedade de espaçadores capazes de interferir nas propriedades estruturais e fotofísicas desses materiais (SPICHAL et al., 2004).

Portanto, complexos de lantanídeos contendo ligantes dicetonatos e bis(difenilfosfinóxidos) no mesmo composto de coordenação são promissores devido ao potencial de serem sistemas diméricos com elevada intensidade de luminescência. Além do mais, quando os centros metálicos desses compostos são os íons Eu^{3+} e Gd^{3+} torna-se possível investigar a estrutura dos níveis de energia dos ligantes orgânicos e os mecanismos de transferência de energia intramolecular dos novos compostos.

METODOLOGIA

Síntese dos sais de íons Ln³⁺

Os cloretos de íons lantanídeos trivalentes LnCl₃·6H₂O (Ln³⁺: Eu³⁺ e Gd³⁺) foram preparados a partir das reações em suspensão dos respectivos óxidos e ácido clorídrico concentrado (HCl), conforme relatado na literatura (TEOTONIO, 2004). Inicialmente, 3,0 g de óxido de lantanídeo foi disperso em 30 mL de água deionizada. Essa suspensão foi mantida sob aquecimento entre 80-100 °C e agitação magnética. Em seguida, adicionou-se gota a gota HCl concentrado até a obtenção de uma solução, com pH entre 4-5. Essa solução foi filtrada e transferida para uma cápsula de porcelana, onde realizou-se a total evaporação do solvente em banho maria, resultando em um sólido de cor branca.

Reação de oxidação do 1,2bis(difenilfosfina)etano

A reação de oxidação da fosfina 1,2bis(difenilfosfina)etano (dppe) foi realizada de acordo com a metodologia descrita na literatura (XU et al., 2018). Solubilizou-se 1,00 g da fosfina em clorofórmio e adicionou-se 5 mL de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) sob agitação durante 3h a temperatura ambiente. O sistema foi lavado com água e a fase orgânica separada. Após a evaporação do solvente observou-se a formação de um precipitado de cor branca, o qual foi recristalizado em etanol e seco sob temperatura ambiente.

Síntese dos aquo-complexos de íons lantanídeos com ligantes β-dicetonatos

Os complexos de fórmula [Ln(β-dic)₃(H₂O)] (Ln³⁺: Eu³⁺ e Gd³⁺; β-dic: benzoilacetilacetona (Hbzac), benzoiltrifluoroacetona (Hbtf), dibenzoilmetano (Hdbm), Heptafluorodimetiloctadiona (Hfod) e tenoiltrifluoroacetona(Htta)) foram preparados de modo similar ao descrito na literatura (TEOTONIO, 2004). Dissolveu-se 1,00g da β-dicetona em 20 mL de etanol e adicionou-

se uma solução aquosa de hidróxido de amônio (NH₄OH) em uma concentração 0,1 mol L⁻¹ até o pH atingir valor próximo de 7. A esta solução etanólica verteu-se uma solução aquosa de cloreto de lantanídeo numa razão molar ligante:metal 3:1. Após a mistura foi observado pH próximo de 5, sendo necessário adicionar NH₄OH para correção do mesmo até pH próximo de 7. O sistema reacional foi filtrado e mantido em repouso até a completa evaporação do solvente. O composto obtido foi lavado com etanol e seco sob temperatura ambiente.

Síntese dos complexos β-dicetonatos de íons lantanídeos com o ligante 1,2bis(difenilfosfina)etano óxido (dppeO₂)

Os complexos (1), (2), (3), (4) e (5) foram preparados de acordo com os procedimentos descritos na referência (MIYATA et al., 2012). Solubilizou-se 0,150 g do complexo de partida [Ln(β-dic)₃(H₂O)_x] em 30 mL de etanol. Sobre a solução resultante foi adicionado uma solução etanólica do ligante dppeO₂, conforme a estequiometria complexo:ligante 2:1. A solução final foi deixada em repouso até a evaporação parcial do solvente, resultando na formação de cristais, os quais foram lavados com etanol e seco em temperatura ambiente.

Eu(tta)₃(dppeO₂) (1) Rendimento: 150.10 mg (70%). FT-IR (em KBr/cm⁻¹): 3061 (w), 2912 (w), 1608 (s, C=O e C=C), 1537 (s), 1500 (m), 1413 (s), 1300(s), 1186(s), 1165 (s), 1139 (s) 933 (m), 858 (m), 783 (m); 694 (m), 642(m) 578(m), 532(m). Calculado (%): C 48,34; H 3,28; Eu 11,76. Experimental (%): C 49,12; H 3,35; Eu 12,01.

Eu(dbm)₃(dppeO₂) (2) Rendimento: 210.70 mg (70%). FT-IR (em KBr/ cm⁻¹): 3057 (w), 2906 (w), 1598 (s, C=O e C=C), 1552 (s), 1516 (S), 1456 (s), 1415(s), 1307(m), 1172 (s), 1164 (m), 1022(m), 727 (s), 690 (m), 607 (m); 694 (m), 532(m). Calculado (%): C 67,18; H 4,37; Eu 14,66. Experimental (%): C 67,19; H 4,52; Eu 14,84.

Eu₂(fod)₆(dppeO₂)(EtOH) (3) Rendimento: 210.70 mg (70%). FT-IR (em KBr/cm⁻¹): 3066 (w), 2972 (m), 1622 (s, C=O and C=C), 1508 (s), 1465 (m), 1346 (s), 1226(s), 1186(s), 1165 (s), 1120 (s) 962 (w), 910 (m), 833 (w), 794 (w); 744 (m), 694 (w) 536 (m). Calculado (%): C 41,23; H 3,56; Eu 11,91. Experimental (%): C 41,30; H 3,41; Eu 11,78.

Eu₂(bzac)₆(dppeO₂) (4) Rendimento: 210.70 mg (70%). FT-IR (em KBr/cm cm⁻¹): 3055 (w), 2910 (w), 1600 (s, C=O and C=C), 1570 (s), 1516 (s), 1458 (s), 1409(s), 1271(m), 1170 (s), 1120 (m) 1101 (m), 987 (s), 839 (m), 727 (s); 692 (s), 530(s) 503 (m). Calculado (%): C 60,71; H 4,62; Eu 17,86. Experimental (%): C 60,78; H 4,65; Eu 17,23.

Eu(btff)₃(dppeO₂)₂ (5) Rendimento: 210.70 mg (70%). FT-IR (em KBr/cm⁻¹): 3059 (w), 2972 (m), 1614 (s, C=O and C=C), 1577 (m), 1537 (m), 1473 (m), 1438 (m), 1288 (s), 1163 (s), 1124 (s) 962 (w), 763 (m), 729 (m), 694 (w); 630 (w), 532 (m). Calculado (%): C 58,13; H 4,16; Eu 12,01, Experimental (%): C 58,22; H 4,02; Eu 11,89.

Análise elementar de carbono, hidrogênio e nitrogênio

Os compostos preparados foram submetidos à análise elementar de carbono, hidrogênio e nitrogênio em um microanalisador CHN, modelo 2400 Perkin Elmer, pertencente a central analítica do Instituto de Química da Universidade de São Paulo.

Porcentagens de íons lantanídeos trivalentes

As porcentagens de íons Ln³⁺ nos complexos sintetizados foram determinados por meio da titulação complexométrica com o ácido etilenediaminotetracético (EDTA) como agente complexante, em uma concentração 0,0806 mol L⁻¹, e alaranjado de xilenol como indicador. Inicialmente, 10 mg dos complexos sintetizados foram solubilizados em dimetilsulfóxido. Em seguida, foram adicionados: 2 mL de uma solução tampão de ácido acético e acetato de sódio (CH₃COOH/CH₃COONa), 2 gotas de piridina e 3 gotas de indicador. A titulação foi realizada até o ponto final, o qual é caracterizado pela mudança de coloração, de roxo para amarelo.

Espectroscopia de absorção na região do Infravermelho

Os dados vibracionais de absorção na região do infravermelho por transformada de Fourier (FT-IR) foram obtidos para as amostras dispersas em pastilhas de KBr empregando-se um espectrofotômetro IR PRESTIGE-21 da Shimadzu, abrangendo a região de 400 a 4000 cm^{-1} , pertencente ao Laboratório de Síntese Orgânica e Medicinal (LASOM) do DQ-UFPB.

Análises termogravimétricas (TG)

As curvas termogravimétricas (TG) das amostras preparadas foram realizadas por um analisador térmico, DTG-60 Shimadzu, pertencente ao Laboratório de Compostos de Coordenação e Química de Superfície do Departamento de Química da UFPB. As análises foram realizadas pesando aproximadamente 5,0 mg de complexo, os quais foram colocados em um porta amostra de platina e aquecidos a uma taxa de temperatura de 10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$, sob atmosfera dinâmica de Nitrogênio, com vazão de 50 mL/min no intervalo de aproximadamente 30 a 900 $^{\circ}\text{C}$.

Espectroscopia de Reflectância Difusa na região do UV-Visível

Os espectros de reflectância difusa e espectros de absorção em solução dos complexos foram registrados no intervalo espectral de 200 a 600 nm em um espectrofotômetro UV-3600 Shimadzu do Laboratório de Espectroscopia Molecular do Departamento de Química da UFPB, utilizando uma esfera integradora, modelo ISR-3100. Para a realização desta análise as amostras sólidas foram distribuídas homogeneamente sobre sulfato de bário (BaSO_4), o qual foi também empregado como padrão de reflectância.

Espectroscopia de Luminescência

As medidas de luminescência na região do visível foram realizadas em um espectrofluorímetro SPEX-Fluorolog-2 HORIBA, pertencente ao Laboratório dos Elementos do Bloco-f da Universidade Estadual de São Paulo, USP o qual é constituído por monocromadores duplos SPEX e lâmpada de Xenônio de 450 W como fonte de excitação. Todos os dados espectrais foram coletados em um ângulo de 22,5° (front face). Todos esses aparatos foram controlados via programa computacional DM300F. Os espectros de excitação foram registrados no intervalo espectral de 250 a 600 nm, enquanto que os espectros de emissão de 550 a 750 nm, à ~77 K). As curvas de decaimento de luminescência foram registradas no intervalo de 0,04 a 6 ms, utilizando-se um fosforímetro SPEX 1934D acoplado ao espectrofluorímetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dados Analíticos

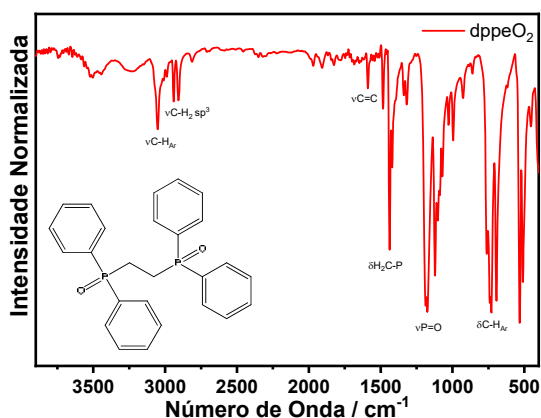
Os dados de microanálise de carbono e hidrogênio, e das porcentagens de íons Ln^{3+} , foram apresentados na metodologia. Observa-se uma boa concordância entre os valores teóricos e experimentais dos complexos para as seguintes fórmulas: (1) $\text{Eu}(\text{tta})_3(\text{dppeO}_2)$, (2) $\text{Eu}(\text{dbm})_3(\text{dppeO}_2)$, (3) $\text{Eu}_2(\text{fod})_6(\text{dppeO}_2)(\text{EtOH})$, (4) $\text{Eu}_2(\text{bzac})_6(\text{dppeO}_2)$ e (5) $\text{Eu}(\text{btf})_3(\text{dppeO}_2)_2$.

Espectroscopia de absorção na região do infravermelho

O espectro de absorção na região do infravermelho (FT-IR) do ligante 1,2-bis(difenilfosfina)etano óxido (dppeO_2) livre (Figura 1) é caracterizado pela presença das bandas de estiramento do tipo $\nu(\text{C-H})_{\text{Ar}}$ em torno de 3053 cm^{-1} do anel aromático, acompanhado

por dois sinais fortes nas regiões de 690 e 750 cm^{-1} , típico de anéis monossustituídos. A confirmação da monossustituição se dá pela presença das bandas harmônicas no intervalo espectral entre 2000 e 1667 cm^{-1} . O estiramento $\nu(\text{C}=\text{C})$ de anel surge em 1951 cm^{-1} . A banda de absorção entre 2850 e 2950 cm^{-1} corresponde aos estiramentos $\nu(\text{C}-\text{H}_2)$ sp^3 dos grupos metileno presentes na estrutura do espaçador (- CH_2CH_2 -). O sinal em 1437 cm^{-1} é atribuído ao dobramento $\delta(\text{P}-\text{CH}_2)$, o qual surge como uma consequência da inserção do espaçador etano entre as fosfinas. Por fim, a presença de uma banda forte em 1175 cm^{-1} , atribuída ao modo vibracional do estiramento $\nu(\text{P}=\text{O})$, comprova a oxidação do 1,2bis(difenilfosfina)etano.

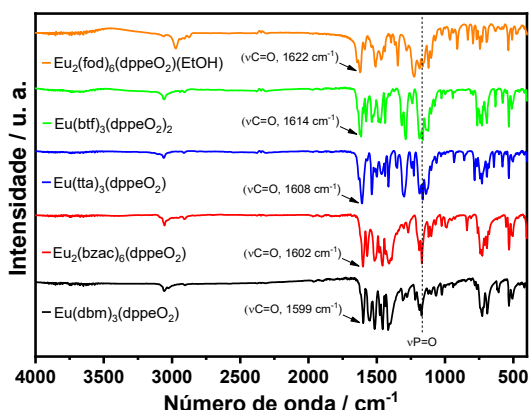
Figura 1 - Espectro de absorção na região do IV do ligante dppeO_2 .



Os espectros FT-IR dos ligantes β -dicetonatos livres são bem conhecidos na literatura, os quais são caracterizados pela presença de dois modos vibracionais com bandas atribuídas aos estiramentos do grupo $\nu(\text{C}=\text{O})$ e a uma mistura dos estiramentos $\nu(\text{C}=\text{C})$ e $\nu(\text{C}=\text{O})$. Para os ligantes dibenzoilmetano (Hdbm), benzoilacetilacetona (Hbzac), tenoiltrifluoroacetona (Htta), benzoiltrifluoroacetona (Hbtf) e Heptafluorodimetiloctandiona (Hfod) essas duas bandas surgem respectivamente em: 1598 e 1554 cm^{-1} ; 1615 e 1580 cm^{-1} ; 1654 e 1585 cm^{-1} ; 1620 e 1590 cm^{-1} ; e 1622 e 1600 cm^{-1} (SILVA et al., 2013; SANTOS et al., 2020; OHWADA, 1967; BHAT, IFTIKHAR, 2020). Na Figura 2 estão mostrados os espectros dos complexos de európio sintetizados neste trabalho. Os estiramentos característicos dos ligantes livres também estão

presentes nos espectros dos complexos, entretanto nota-se um deslocamento para menor energia dos estiramentos correspondentes aos grupos $\nu(\text{P}=\text{O})$, $\nu(\text{C}=\text{O})$ e a uma mistura dos estiramentos $\nu(\text{C}=\text{C})$ e $\nu(\text{C}=\text{O})$ nos espectros dos complexos, indicando a coordenação dos ligantes bis(fosfinóxidos) e β -dicetonatos ao íon lantanídeo através dos átomos de oxigênio.

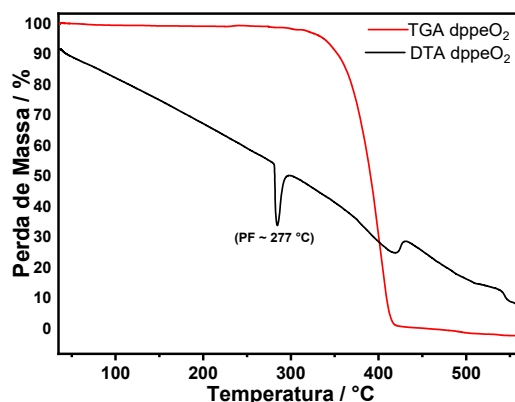
Figura 2 - Espectros de absorção na região do IV dos complexos (1-5), (2), (3), (4) e (5).



Análises térmicas

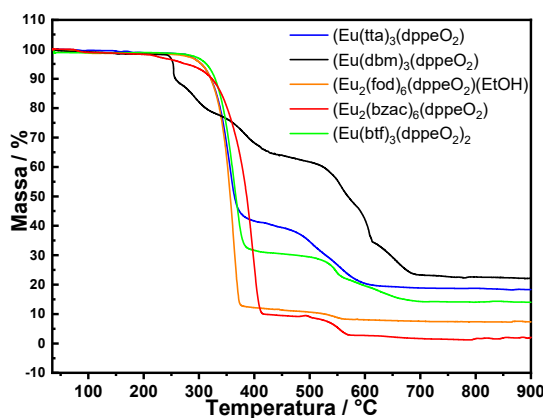
As curvas termogravimétricas do dppeO_2 (Figura 3) foram registradas no intervalo de 30 a 600 °C em atmosfera de nitrogênio. Conforme mostrado na TGA, esse ligante possui estabilidade térmica até aproximadamente 316 °C. A partir dessa temperatura, um único evento (no intervalo de 317 a 419 °C) de perda de massa é observado, o qual está associado à decomposição do ligante. De acordo com a curva DTA, esse ligante apresenta um pico endotérmico próximo de 273°C que é atribuído à sua temperatura de fusão.

Figura 3 - Curvas TG do ligante dppeO₂, registradas em atmosfera de nitrogênio.



As curvas termogravimétricas dos complexos de európio contendo ligantes β -dicetonatos e bis(fosfinóxidos) foram registradas no intervalo de 30 a 900 °C em atmosfera de nitrogênio. Como pode ser observado na Figura 4, as curvas TGA desses compostos não apresentam perdas de massa significativas no intervalo de 30 a 200 °C, indicando que as moléculas de água que preenchem a primeira esfera de coordenação dos complexos hidratados precursores foram substituídas pelos grupos bis(fosfinóxidos), como previsto pelos resultados de microanálise de carbono e hidrogênio, titulação complexométrica e espectroscopia de absorção na região do infravermelho. Vale ressaltar que os complexos contendo os ligantes bzac, fod e dbm apresentam uma pequena perda de massa equivalente a 1,5% entre 35 e 152 °C, que pode estar relacionado à humidade das amostras no momento da análise.

Figura 4 - Curvas TGA dos complexos (1), (2), (3), (4) e (5), registradas em atmosfera de nitrogênio.

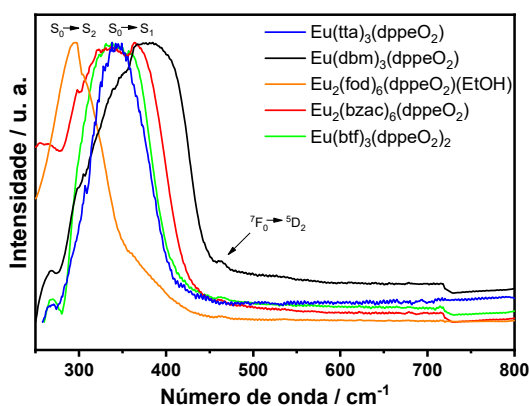


Espectroscopia de reflectância difusa na região do UV-Vis

Os espectros de reflectância difusa na região do ultravioleta e visível dos compostos de fórmulas (1) $\text{Eu}(\text{tta})_3(\text{dppeO}_2)$, (2) $\text{Eu}(\text{dbm})_3(\text{dppeO}_2)$, (3) $\text{Eu}_2(\text{fod})_6(\text{dppeO}_2)(\text{EtOH})$, (4) $\text{Eu}_2(\text{bzac})_6(\text{dppeO}_2)$ e (5) $\text{Eu}(\text{btf})_3(\text{dppeO}_2)_2$ foram registrados na faixa espectral de 200 a 600 nm à temperatura ambiente (~ 298 K), com o objetivo de investigar possíveis estados de transferência de carga ligante metal (TCLM) de baixa energia.

Os espectros de reflectância dos complexos de európio (Figura 5) apresentam perfis semelhantes, principalmente na região de 200 a 450 nm, na qual são observadas bandas largas e intensas atribuídas às transições intraligantes $S_0 \rightarrow S_n$ ($n = 1$ e 2), de forte caráter $\pi-\pi^*$. Ainda nesses espectros é possível observar uma banda fina e de menor intensidade em aproximadamente 463 nm relacionada à transição ${}^7F_0 \rightarrow {}^5D_2$ centrada no íon Eu^{3+} .

Figura 5 - Espectros de reflectância difusa dos complexos (1), (2), (3), (4) e (5), registrados no intervalo de 200 a 600 nm à temperatura ambiente (~ 298 K).



Os espectros de reflectância dos complexos de gadolínio são similares aos seus análogos de európio, indicando que não há mudanças significativas nas propriedades eletrônicas dos ligantes com a variação do centro metálico, conforme exemplificado pelos compostos $\text{Eu}(\text{tta})_3(\text{dppeO}_2)$ e $\text{Gd}(\text{tta})_3(\text{dppeO}_2)$ na Figura 6a. Entretanto, no composto

$\text{Eu}_2(\text{fod})_6(\text{dppeO}_2)(\text{EtOH})$ observa-se um ombro ligeiramente deslocado para região de menor energia, evidenciando a presença de estado TCLM de baixa energia (Figura 6b).

Figura 6a. Espectros de reflectância difusa dos complexos $\text{Eu}(\text{tta})_3(\text{dppeO}_2)$ e $\text{Gd}(\text{tta})_3(\text{dppeO}_2)$, registrados no intervalo de 200 a 600 nm à temperatura ambiente (~ 298 K).

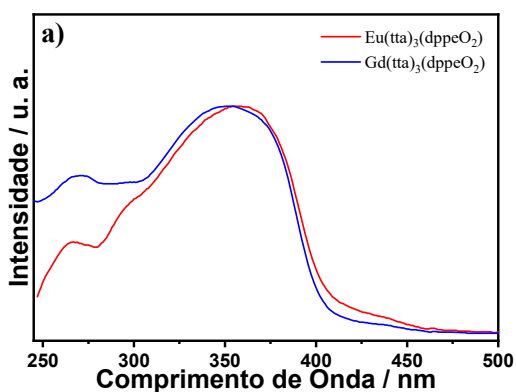
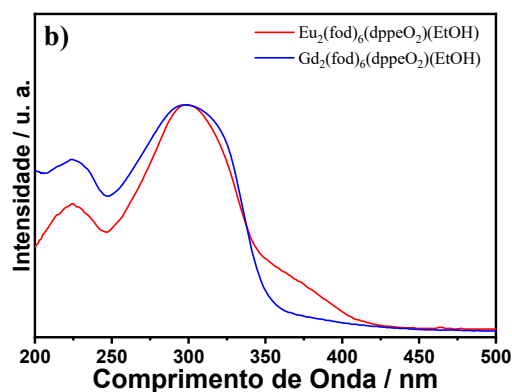


Figura 6b. Espectros de reflectância difusa dos complexos $\text{Eu}_2(\text{fod})_6(\text{dppeO}_2)(\text{EtOH})$ e $\text{Gd}_2(\text{fod})_6(\text{dppeO}_2)(\text{EtOH})$, registrados no intervalo de 200 a 600 nm à temperatura ambiente (~ 298 K).



Fosforescência dos complexos de Gd^{3+}

Os espectros de emissão dos complexos $\text{Gd}(\text{tta})_3(\text{dppeO}_2)$, $\text{Gd}(\text{dbm})_3(\text{dppeO}_2)$, $\text{Gd}_2(\text{fod})_6(\text{dppeO}_2)(\text{EtOH})$, $\text{Gd}_2(\text{bzac})_6(\text{dppeO}_2)$ e $\text{Gd}(\text{btf})_3(\text{dppeO}_2)_2$ foram registrados na região espectral de 400 a 650 nm à 77 K com excitação monitorada em 350 nm. Observa-se nesses espectros bandas largas localizadas no intervalo espectral de 450 a 650 nm associadas à fosforescência (transições $T \rightarrow S_0$) dos ligantes. Os valores das energias dos estados tripleto dos ligantes β -dicetonatos foram obtidos a partir de uma extrapolação da energia nos menores comprimentos de onda referente à banda $T \rightarrow S_0$. Como pode ser observado na Tabela 1, os estados tripleto dos ligantes encontram-se com energia acima dos estados excitados mais altos 5D_0 e 5D_1 do íon Eu^{3+} , localizados, respectivamente, em ~ 17271 e 18797 cm^{-1} , indicando serem sensibilizadores apropriados para o processo de transferência de energia para o íon Eu^{3+} .

Tabela 1 - Energia do estado tripleto excitado dos ligantes β -dicetonatos dos complexos de gadolínio

Composto	Estado Tripleto (cm ⁻¹)
Gd(tta) ₃ (dppeO ₂)	20405
Gd(dbm) ₃ (dppeO ₂)	20366
Gd ₂ (fod) ₆ (dppeO ₂)(EtOH)	21776
Gd ₂ (bzac) ₆ (dppeO ₂)	21238
Gd(btf) ₃ (dppeO ₂) ₂	21599

Fotoluminescência dos complexos de Eu³⁺

Os espectros de excitação dos complexos (1) Eu(tta)₃(dppeO₂), (2) Eu(dbm)₃(dppeO₂), (3) Eu₂(fod)₆(dppeO₂)(EtOH), (4) Eu₂(bzac)₆(dppeO₂) e (5) Eu(btf)₃(dppeO₂)₂ (Figura 7) foram registrados no intervalo espectral de 250 a 600 nm a 77K, com emissão monitorada no comprimento de onda atribuída a transição ⁵D₀→⁷F₂ centrada no íon Eu³⁺. Esses espectros são caracterizados pela presença de uma banda larga entre 250 e 420 nm atribuída a transição S₀→S₁ intraligante, que é responsável pela sensibilização do íon lantanídeo e por bandas finas atribuídas as transições intraconfiguracionais do íon európio ⁷F₀→⁵D₃ (~410 nm), ⁷F₀→⁵D₂ (~465 nm), ⁷F₁→⁵D₁ (~525 nm), ⁷F₀→⁵D₁ (~532 nm e ⁷F₀→⁵D₀ (~579 nm). Como pode ser observado, os espectros dos complexos Eu(tta)₃(dppeO₂) e Eu(btf)₃(dppeO₂)₂ apresentam as transições centradas no íon Eu³⁺ com intensidades relativas menores do que aquelas centradas nos ligantes, reforçando a eficiência do processo de transferência de energia ligante-metal.

Os espectros de emissão dos complexos (1), (2), (3), (4) e (5) (Figura 8) foram registrados à 77K no intervalo de 550 a 750 nm, sob excitação na banda de absorção do ligante λ_{\max} = 370 nm. Esses espectros apresentam emissões provenientes das transições intraconfiguracionais do íon európio ⁵D₀→⁷F₀ (~579 nm), ⁵D₀→⁷F₁ (~595 nm), ⁵D₀→⁷F₂ (~616 nm), ⁵D₀→⁷F₃ (~554 nm) e ⁵D₀→⁷F₄ (~699 nm). A ausência de bandas largas nesses espectros sugere que há transferência de energia intramolecular dos estados tripletos dos ligantes para o lantanídeo. Como pode ser observados, os compostos Eu(tta)₃(dppeO₂) e Eu(btf)₃(dppeO₂)₂

apresentaram a transição de dipolo magnético $^5D_0 \rightarrow ^7F_1$ com desdobramento de dois picos, indicando que o ambiente ao redor do íon Eu^{3+} é de baixa simetria (C_{nv} , C_n ou C_s) e nos compostos $\text{Eu}(\text{dbm})_3(\text{dppeO}_2)$, $\text{Eu}_2(\text{fod})_6(\text{dppeO}_2)(\text{EtOH})$, e $\text{Eu}_2(\text{bzac})_6(\text{dppeO}_2)$ o desdobramento dessa transição foi de 3 picos, evidenciando que a simetria ao redor do íon európio é do tipo C_{3v} .

Figura 7. Espectros de excitação dos complexos (1), (2), (3), (4) e (5), registrados no intervalo de 250 a 600 nm à 77 K.

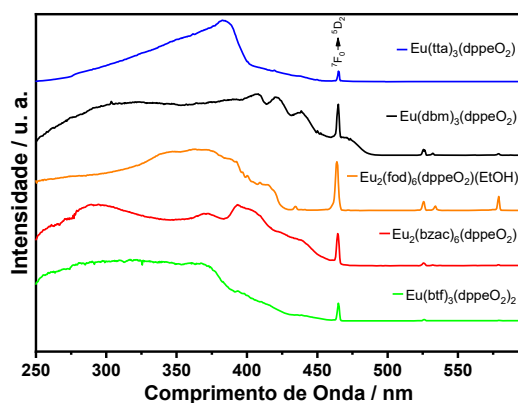
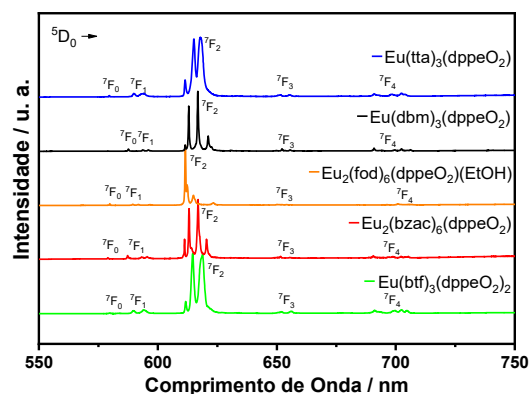


Figura 8. Espectros de emissão dos complexos (1), (2), (3), (4) e (5), registrados no intervalo de 250 a 600 nm à 77 K.

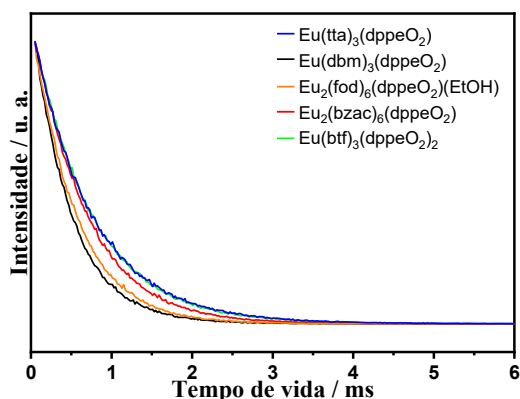


As curvas de decaimento de luminescência do estado excitado 5D_0 do íon Eu^{3+} foram registradas no intervalo de 0,04 a 6 ms à 298 K para os compostos (1), (2), (3), (4) e (5) no estado sólido (Figura 9). Estas curvas foram obtidas a partir dos dados de excitação monitoradas na região de absorção do ligante (~ 370 nm) e a emissão na transição $^5D_0 \rightarrow ^7F_2$. Todas as curvas se ajustaram a uma função monoexponencial, da qual foi possível obter os valores de tempo de vida (τ). Os valores de taxas radiativas (A_{rad}) e não-radiativas (A_{nrad}), rendimento quântico intrínseco e absoluto e dos parâmetros de intensidade experimentais Ω_λ ($\lambda = 2$ e 4) foram obtidos a partir dos espectros de excitação e emissão (Figura 7 e 8) e aplicando os cálculos relatados na literatura (BÜNZLI, 2015). Todos os dados mencionados estão apresentados na Tabela 2.

Os compostos que possuem maiores valores de tempo de vida são $\text{Eu}(\text{tta})_3(\text{dppeO}_2)$, $\text{Eu}(\text{btff})_3(\text{dppeO}_2)_2$ e $\text{Eu}_2(\text{bzac})_6(\text{dppeO}_2)$, indicando que não há canais eficientes de supressão de luminescência. Por outro lado, os compostos $\text{Eu}(\text{dbm})_3(\text{dppeO}_2)$ e $\text{Eu}_2(\text{fod})_6(\text{dppeO}_2)(\text{EtOH})$ são

os que exibem menores valores de tempo de vida, que no caso do composto com fod pode estar relacionado com a presença de TCLM de baixa energia indicado na reflectância difusa.

Figura 9. Curvas de decaimento de luminescência dos compostos (1), (2), (3), (4) e (5), registrados no intervalo de 0,04 a 6 ms à 298 K.



Os compostos $\text{Eu}(\text{tta})_3(\text{dppeO}_2)$, $\text{Eu}(\text{btff})_3(\text{dppeO}_2)_2$ e $\text{Eu}(\text{dbm})_3(\text{dppeO}_2)$ são os que exibem maiores valores de Ω_2 , o que sugere que nestas espécies o íon lantanídeo encontra-se rodeado por um ambiente de elevada distorção angular. Os compostos $\text{Eu}_2(\text{fod})_6(\text{dppeO}_2)(\text{EtOH})$ e $\text{Eu}_2(\text{bzac})_6(\text{dppeO}_2)$, por sua vez, apresentam valores de Ω_2 menores, indicando que o ambiente químico ao redor do íon európio é de baixa polarizabilidade. Os valores de taxa radiativa (A_{rad}) variam de 795 a 1008 s^{-1} . Os valores de taxa não-radiativa (A_{nrad}) seguem a mesma tendência observada para os valores de tempo de vida, corroborando que canais supressores de luminescência podem estar presentes nos compostos de $\text{Eu}(\text{dbm})_3(\text{dppeO}_2)$ e $\text{Eu}_2(\text{fod})_6(\text{dppeO}_2)(\text{EtOH})$. Os complexos $\text{Eu}(\text{tta})_3(\text{dppeO}_2)$ e $\text{Eu}(\text{btff})_3(\text{dppeO}_2)_2$ são os que apresentam maiores valores de rendimento quântico intrínseco, concordando com os valores de tempo de vida e taxas radiativas e não radiativas. Os complexos $\text{Eu}(\text{tta})_3(\text{dppeO}_2)$, $\text{Eu}(\text{dbm})_3(\text{dppeO}_2)$ e $\text{Eu}(\text{btff})_3(\text{dppeO}_2)_2$ são os que apresentam maiores valores de rendimento quântico absoluto, o qual reflete a razão entre tudo que foi absorvido e emitido.

Tabela 2 - Taxas experimentais radiativas (A_{rad}), não-radiativa (A_{nrad}) e total (A_{tot}), tempo de vida do nível emissor 5D_0 (τ), rendimento quântico intrínseco e absoluto dos complexos (1), (2), (3), (4) e (5), à 298 K.

	τ (ms)	Ω_2 (10^{-20}cm^2)	Ω_4 (10^{-20}cm^2)	A_{rad} (s^{-1})	A_{nrad} (s^{-1})	A_{tot} (s^{-1})	ϕ_{Eu} (%)	ϕ_{L} (%)
Eu(tta) ₃ (dppeO ₂)	0,741	27,5	6,3	100 8	341	1349	74,7	60,0
Eu(dbm) ₃ (dppeO ₂)	0,476	23,9	6,5	915	1184	2099	43,5	49,5
Eu ₂ (fod) ₆ (dppeO ₂)(EtOH)	0,536	18,9	6,8	795	1067	1862	42,7	16,5
Eu ₂ (bzac) ₆ (dppeO ₂)	0,659	19,6	6,3	773	743	1516	51,0	18,7
Eu(btff) ₃ (dppeO ₂) ₂	0,735	24,1	6,3	904	454	1358	66,5	46,5

CONCLUSÃO

O presente trabalho reportou a síntese e estudo das propriedades estruturais e luminescentes dos novos complexos de íons lantanídeos com ligantes β -dicetonatos e bis(difenilfosfinóxidos).

Os dados de microanálise de carbono e hidrogênio e de titulação complexométrica sugeriram que os complexos sintetizados apresentaram as fórmulas Eu(tta)₃(dppeO₂), Eu(dbm)₃(dppeO₂), Eu₂(fod)₆(dppeO₂)(EtOH), Eu₂(bzac)₆(dppeO₂) e Eu(btff)₃(dppeO₂)₂.

O espectro de absorção na região do infravermelho do ligante apresentou estiramentos associados aos grupos presentes na estrutura do mesmo, estando de acordo com os valores reportados na literatura.

Os espectros de absorção na região do infravermelho dos complexos sintetizados apresentaram deslocamento C=O e P=O que sugeriram a coordenação dos ligantes ao centro metálico.

A análise termogravimétrica TGA/DTA do ligante 1,2bis(difenilfosfina)etano óxido (dppeO₂) mostrou estabilidade térmica até aproximadamente 316 °C e evidenciou um pico endotérmico em 273 °C, que foi associado ao ponto de fusão do ligante.

As análises termogravimétricas (TGA) dos complexos de európio revelaram elevada estabilidade térmica e que as moléculas de água dos complexos precursores hidratados foram substituídas pelo ligante dppeO₂.

Os espectros de reflectância difusa dos complexos apresentaram bandas largas, atribuídas às transições S₀→S₁ centradas no ligante orgânico, e evidenciou a presença de um estado TCLM de baixa energia no composto Eu₂(fod)₆(dppeO₂)(EtOH).

Os espectros de emissão dos compostos de Gd³⁺ forneceram informações a respeito da energia do estado tripleto (T) dos ligantes β-dicetonatos e indicaram que esses ligantes podem sensibilizar o íon Eu³⁺ de forma eficiente.

Os espectros de excitação evidenciaram o processo de transferência de energia ligante-metal e ainda as bandas finas associadas às transições intraconfiguracionais do európio.

Os espectros de emissão dos compostos de Eu³⁺ exibiram bandas finas oriundas das transições ⁵D₀→⁷F_J, em que a transição ⁵D₀→⁷F₂ é a mais intensa.

Os compostos Eu(tta)₃(dppeO₂), Eu(dbm)₃(dppeO₂) e [Eu(btf)₃(dppeO₂)₂] apresentaram os maiores valores de rendimento quântico absoluto, acima de 40%.

REFERÊNCIAS

BHAT, S. A.; IFTIKHAR, K. Optical properties and intensity parameters of UV excited efficient red emitting europium complexes containing fluorinated 1, 3-dione as primary sensitizer in solution, solid and PMMA thin films. **Optical Materials**, v. 99, p. 109600, 2020.

BINNEMANS, K. Interpretation of europium(III) spectra. **Coordination Chemistry Reviews**, v. 295, p. 1–45, 2015.

BÜNZLI, J.-C. G. New Opportunities for Lanthanide Luminescence. **JOURNAL OF RARE EARTHS**, v. 25, p. 257–274, 2007.

BÜNZLI, J.-C. G. On the design of highly luminescent lanthanide complexes. **Coordination Chemistry Reviews**, v. 293, p. 19–47, 2015.

FAUSTINO, W. M. et al. Measurement and model calculation of the temperature dependence of ligand-to-metal energy transfer rates in lanthanide complexes. **Journal of Luminescence**, v. 137, p. 269–273, 2013.

HASEGAWA, Y. et al. Enhanced electric dipole transition in lanthanide complex with organometallic ruthenocene units. **Journal of Physical Chemistry A**, v. 119, p. 4825–4833, 2015.

KITAGAWA, Y. et al. Long-Range LMCT Coupling in Eu(III) Coordination Polymers for an Effective Molecular Luminescent Thermometer**. **Chemistry - A European Journal**, v. 27, p. 264–269, 2021.

KREMER, C.; TORRES, J.; DOMÍNGUEZ, S.; MEDEROS, A. Structure and thermodynamic stability of lanthanide complexes with amino acids and peptides. **Coordination Chemistry Reviews**, v. 249, n. 5-6, p. 567-590, 2005.

LIMA, D. A. Photophysical and ion-ion energy transfer studies of heteroleptic complexes containing europium and terbium trivalent ions using trifluoroacetylacetonate and hexafluoroacetylacetonate as main ligands, triphenylphosphine oxide as ancillary ligand and trifl. Dissertação (mestrado) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2019.

MARQUES, L. F. et al. New photo/electroluminescent europium(III) β -diketonate complex containing a p,p'-disubstituted bipyridine ligand: Synthesis, solid state characterization, theoretical and experimental spectroscopic studies. **Inorganica Chimica Acta**, v. 458, p. 28–38, 2017

MIYATA, K. et al. Thermostable organo-phosphor: Low-vibrational coordination polymers that exhibit different intermolecular interactions. **ChemPlusChem**, v. 77, p. 277–280, 2012.

MIYATA, K. et al. Chameleon luminophore for sensing temperatures: Control of metal-to-metal and energy back transfer in lanthanide coordination polymers. **Angewandte Chemie - International Edition**, v. 52, p. 6413–6416, 2013.

OHWADA, K. Infra-red spectra of thenoyltrifluoroacetone (HTTA) and its complexes. **Journal of Inorganic and Nuclear Chemistry**, v. 29, p. 833–836, 1967.

QIAN G.; YANG Z.; WANG M. Time-resolved spectroscopic study of $\text{Eu}(\text{TTA})_3(\text{TPPO})_2$ chelate in situ synthesized in vinyltriethoxysilane-derived sol-gel-processed glass. **Journal of Luminescence**, v. 96, p. 211–218, 2002.

SANTOS, P. R. S. et al. Experimental and theoretical investigations of the $[\text{Ln}(\beta\text{dik})(\text{NO}_3)_2(\text{phen})_2]\cdot\text{H}_2\text{O}$ luminescent complexes. **Journal of Luminescence**, v. 226, p. 117455, 2020.

SILVA, F. A. et al. Energy transfer processes in Tb(III)-dibenzoylmethanate complexes with phosphine oxide ligands. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 24, p. 601–608, 2013.

SPICHAL, Z. et al. The Synthesis and Crystal Structures of Two-Dimensional Coordination Polymers of $\text{Ph}_2\text{P}(\text{O})\text{-CH}_2\text{CH}_2\text{-P}(\text{O})\text{Ph}_2$ and $\text{Ph}_2\text{P}(\text{O})\text{-C}_5\text{H}_3\text{N-P}(\text{O})\text{Ph}_2$ with Praseodymium. **Inorganic Chemistry**, v. 43, p. 2776–2778, 2004.

STARCK, M. et al. Targeted Luminescent Europium Peptide Conjugates: Comparative Analysis Using Maleimide and para-Nitropyridyl Linkages for Organelle Staining. **Bioconjugate Chemistry**, v. 31, p. 229–240, 2020.

TEOTONIO, E. E. de S. Síntese e investigação das propriedades fotoluminescentes de dispositivos moleculares conversores de luz (DMCL) de complexos dicetonatos de terras raras com ligantes amidas. Tese (Doutorado em Química inorgânica) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

TEOTONIO, E. E. S. et al. Novel unexpected Tb^{3+} coordination polymer containing two carboxylate ligands: Syntheses, structure and photoluminescent properties **Inorganic Chemistry Communications**, v. 10, n. 8, p. 867–872, 2007.

XU, H. B. et al. Regulating structural dimensionality and emission colors by organic conjugation between SmIII at a fixed distance. **Dalton Transactions**, v. 47, p. 6908–6916, 2018.

YUAN, M. et al. Using the Luminescence and Ion Sensing Experiment of a Lanthanide Metal–Organic Framework to Deepen and Extend Undergraduates’ Understanding of the Antenna Effect. **Journal of Chemical Education**, v. 96, n. 6, p. 1256-1261, 2019.

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DOS DIAS CONSECUTIVOS SECOS NO ESTADO DA PARAÍBA

Helayne Luiza de Sousa Florêncio¹ Daisy Beserra Lucena²

RESUMO

As mudanças climáticas vêm ocasionando alterações nos padrões de chuvas e alterações na distribuição dos eventos climáticos extremos em todo o mundo, como por exemplo, grandes períodos de dias sem chuva, o que afeta diretamente a sociedade, a economia e o meio ambiente. Assim, este capítulo tem como objetivo analisar a variabilidade espaço-temporal dos Dias Consecutivos Secos (DCS) no estado da Paraíba. Foram utilizados dados de precipitação diária, obtidos na Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA) no período de 1994-2018 e aplicado os testes estatísticos não-paramétricos de Mann-Kendall, Pettitt e Sen's Slope. Os resultados apontaram que as maiores médias dos DCS são para as microrregiões do Cariri/Curimataú e Sertão. Já na análise de tendência foi obtido que 61% dos municípios apresentaram aumento dos DCS, tendo significância estatística em dez deles. As maiores inclinações da tendência destacaram-se nas microrregiões do Cariri/Curimataú e Alto Sertão. Ademais, observou-se que as rupturas aconteceram, em sua maioria, no ano de 2003.

Palavras-chave: Testes de tendência. Regiões pluviometricamente homogêneas. Eventos extremos.

¹ Graduanda em Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), helayneluiza@hotmail.com

² Doutora em Meteorologia pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Profa. do Departamento de Geociências e do Programa de Pós-Graduação em Geografia/CCEN/UFPB, daisy.beserra.lucena@academico.ufpb.br

APRESENTAÇÃO

O cenário climático brasileiro vem acompanhando a mesma direção do cenário mundial quanto ao aquecimento global, em que as mudanças mais significativas estão associadas às modificações nos padrões de chuva e alterações na distribuição de eventos climáticos extremos como, por exemplo, as secas e as inundações (ASSIS; LACERDA; SOBRAL, 2012).

Assim, as mudanças climáticas que estão ocorrendo no Brasil vêm afetando principalmente a região semiárida, que são áreas de ecossistemas frágeis e vulneráveis. Essas mudanças acarretam dificuldades no acesso à água, devido à falta de chuva e/ou pouca chuva, que juntamente as altas temperaturas e as altas taxas de evaporação ameaçam intensificar a competição pelos recursos hídricos podendo levar a uma crise potencialmente catastrófica (MARENGO *et al.*, 2011).

A maior parte da região semiárida brasileira está inserida no Nordeste, com 83% de sua área, compreendendo 1.212 municípios, enquanto 17%, 215 municípios, pertencem à região Sudeste (SUDENE, 2021). A região Nordeste do Brasil (NEB) possui grande extensão, tendo 1.561.177 km² e compreende nove estados da Federação Brasileira, dentre eles a Paraíba. Apesar de o Nordeste possuir uma grande área costeira, onde estão as maiores concentrações humanas e diversas capitais, ele não é uma região homogênea, apresentando uma grande irregularidade climática, principalmente no tocando ao elemento chuva.

Durante os anos de 2012 e 2016, o NEB passou por um longo período de estiagem e de seca, atingindo o estado da Paraíba. Os maiores *déficits* de chuva do estado foram registrados nas mesorregiões da Borborema e do Sertão paraibano, apresentando uma redução de 69,0% e 56,3% do volume de chuva médio (ou esperado), respectivamente. Os impactos gerados nesses anos atingiram de forma direta e indireta praticamente todas as áreas, retirando parte do sustento das famílias do estado e afetando, com isso, todos os setores da economia (MEDEIROS; BRITO, 2017).

Conforme Becker *et al.* (2011), a Paraíba se destaca como o estado nordestino que apresenta a maior variabilidade espacial da precipitação, com totais médios anuais que variam em torno de 300 mm, em municípios do Cariri paraibano, a superiores de 1700

mm, na faixa litorânea, apresentando uma distância de aproximadamente 150 quilômetros entre as microrregiões. Essas diferenças entre regiões relativamente próximas exigem que sejam feitos estudos a partir de dados pluviométricos levando em consideração suas particularidades.

Isto posto, a análise da variação da precipitação e da quantidade de Dias Consecutivos Secos é uma das maneiras de verificar a ocorrência das variabilidades e das alterações do clima local, possibilitando a avaliação de suas consequências/impactos sobre a sociedade. Isso se faz necessário para a gestão de risco de desastres climáticos, bem como mitigação e adaptação climática (SINGH *et al.*, 2014), principalmente porque a irregularidade climática que acontece em grande parte do estado ocasiona o êxodo rural, enfraquecem a economia do estado e, conseqüentemente, provoca reflexos sociais e para o meio ambiente.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo analisar a variabilidade espaço-temporal do índice de Dias Consecutivos Secos (DCS) para o estado da Paraíba, com base em séries de dados observacionais de precipitação diária entre o período de 1994 a 2018, utilizando métodos/técnicas estatísticas, colaborando assim na detecção de possíveis alterações nos indicadores de extremos de precipitação.

Este capítulo esteve inserido no projeto de pesquisa “Eventos extremos de chuva no Estado da Paraíba”, que teve como plano de trabalho a pesquisa “Variabilidade espaço-temporal dos Dias Consecutivos Secos no Estado da Paraíba”, desenvolvido no Programa de Iniciação Científica na Universidade Federal da Paraíba (UFPB) durante o período compreendido entre setembro de 2021 a agosto de 2022. Outrossim, este projeto de pesquisa está associado ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmicas Socioambientais (GEOFISA), e ao Projeto Universal (Chamada Universal MCTIC/CNPq 2018) intitulado “Riscos, vulnerabilidades e desastres hidroclimáticos no Estado da Paraíba: subsídios ao planejamento e à gestão dos territórios”.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As mudanças climáticas têm impulsionado vários estudos com o objetivo de evitar que os impactos ocasionados por elas afetem de forma prejudicial o ambiente e os que

nele habitam. Junto ao aquecimento global, a redistribuição da precipitação em todo o mundo, incluindo mudanças significativas na tendência, na frequência, na intensidade e na duração, além de sua variabilidade espaço-temporal, são fatores que tem se agravado com as mudanças climáticas (ALLAN; SODEN, 2008).

No Quinto Relatório Científico do IPCC, publicado em 2013, concluiu-se que desde 1950, o aquecimento global é nítido, apresentando evidências de que as mudanças do clima podem afetar substancialmente o planeta. O relatório também informa os riscos que podem ocorrer devido aos extremos climáticos, que vão desde ondas de calor e secas, até eventos de precipitação extrema (PBMC, 2016). E no ano de 2021, o Sexto Relatório do IPCC – Grupo de Trabalho I, reforça as mudanças climáticas e aponta, sem dúvidas, que atividades antrópicas têm influenciado o comportamento e variabilidade da atmosfera (IPCC, 2021).

Conforme Silva (2007), o clima corresponde a um fator indispensável para a existência da vida e para o desenvolvimento das diversas atividades humanas, então ter conhecimento das mudanças, alterações e variabilidades em uma determinada região, faz-se necessário para planejamento de ações para diversos setores como a economia e a agricultura, essa última sendo uma das atividades mais vulneráveis a elementos do clima, e conseqüentemente, a variações bruscas já evidenciadas e as previstas por cenários elaborados por diversos estudos. Sendo assim, a precipitação é um fator de extrema importância para sociedade, tanto por ser uma das mais importantes variáveis hidrológicas (DUHAN; PANDEY, 2013), como também por seus eventos extremos, sejam eles chuvas extremas ou grandes períodos sem chuvas, serem considerados os fenômenos atmosféricos que ocasionam mais perturbações (ZIN *et al.*, 2010).

Ademais, com as recorrentes discussões acerca das mudanças climáticas, aumentou-se a necessidade do desenvolvimento de índices, padrões e metodologias voltados à identificação de tendências e possíveis alterações nos padrões dos elementos climáticos em regiões com qualquer tipo de clima (SILVA; MONTENEGRO; SOUZA, 2017). Diante disso, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) criou um grupo de trabalho, denominado Equipe de Especialistas em Detecção, Monitoramento e Índices de Mudanças Climáticas (em inglês, *Expert Team on Climate Change Detection, Monitoring and Indices – ETCCDMI*), responsável por elaborar índices de detecção de mudanças climáticas (SILVA *et al.*, 2019).

Desta forma, esta equipe elaborou 27 índices, sendo 11 deles associados à chuva e 16 estão relacionados à temperatura do ar. Dentre os índices de precipitação, destaca-se o índice dos Dias Consecutivos Secos (DCS), em inglês *Consecutive Dry Days* (CDD), que corresponde ao número máximo de dias consecutivos com quantidade de precipitação diária inferior a 1 mm (SANTOS, 2010), tendo que adaptar este limiar à realidade paraibana, já que os índices produzidos pelos ETCCDMI costumam ser destinados aos trópicos e outra parte deles são válidos a qualquer local (SANTOS, 2006). Por isso, é interessante ajustá-los à realidade do local que está sendo estudado.

METODOLOGIA

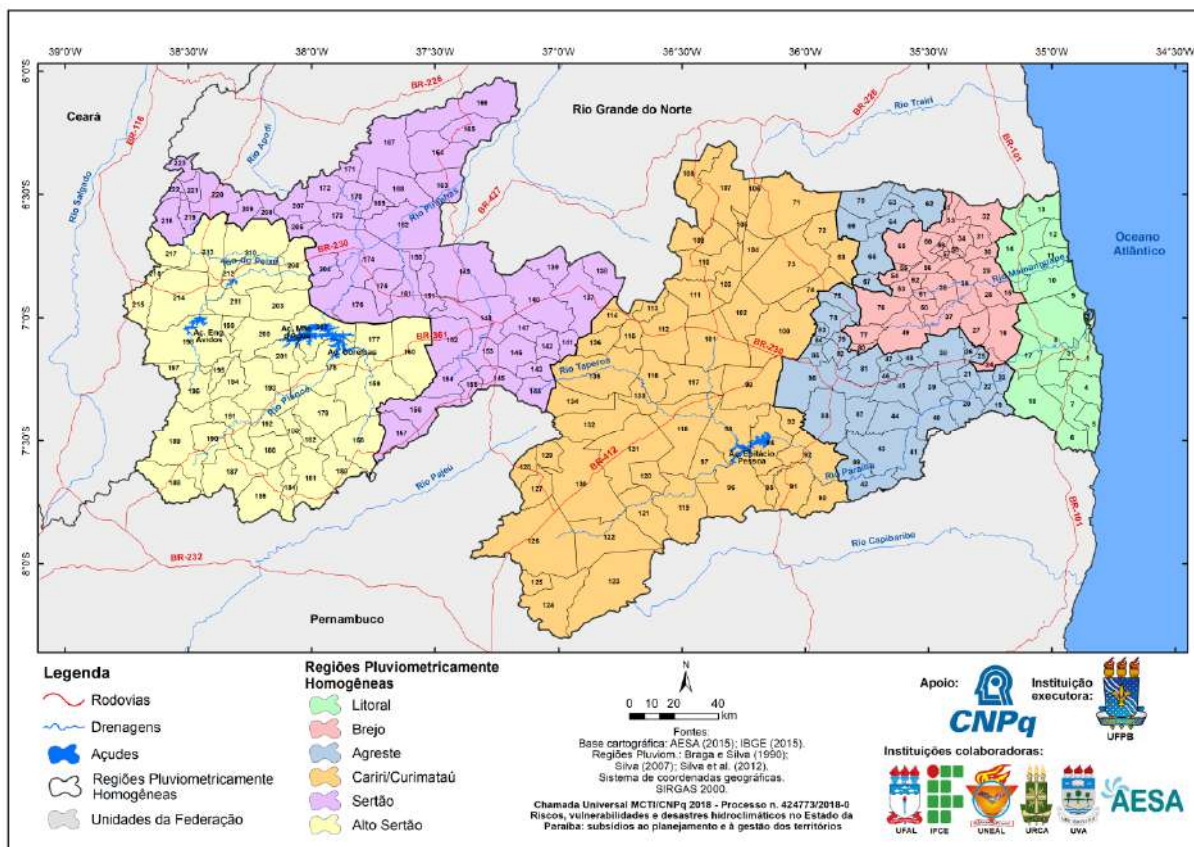
Área de estudo

O estado da Paraíba possui uma área territorial de 56.467,242 km², com 90,91% desse território inserido na região semiárida (CUNICO *et al.*, 2021), região essa com distribuição temporal e espacial das chuvas muito irregulares. Além disso, o estado ocupa 3,6% do território do Nordeste e possui 223 municípios (Figura 1 – Tabela 1), sendo 188 municípios pertencentes à região semiárida (SUDENE, 2021). Nessa região, as áreas estão sujeitas aos impactos da estiagem, que quando ocorrem de forma prolongada, são consideradas como eventos de seca e deflagram inúmeros problemas à sociedade.

O estado tem como limites o estado de Pernambuco ao sul, o Rio Grande do Norte ao norte, o Ceará a oeste e o Oceano Atlântico a leste. Ele possui clima tropical úmido no litoral, com chuvas bem distribuídas, contudo quanto mais se desloca para o interior do estado, o clima torna-se semiárido, com estiagens prolongadas e índices pluviométricos bastante irregulares (FRANCISCO; SANTOS, 2017).

Assim, o estado é caracterizado por dois regimes de chuvas, sendo um de fevereiro a maio, nas regiões do Alto Sertão, Sertão e Cariri/Curimataú, e o outro de abril a julho, no Agreste, Brejo e Litoral. Essas regiões foram determinadas por Braga e Silva (1990) como regiões pluviometricamente homogêneas (Figura 1), através de técnicas objetivas de análise multivariada. Esta análise foi estendida por Silva (1996), distribuindo as regiões em: Litoral, Brejo, Agreste, Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão (FRANCISCO; SANTOS, 2017).

Figura 1 – Localização geográfica das regiões pluviometricamente homogêneas do Estado Paraíba



Fonte: Elaborado por Camila Cunico (2022).

Tabela 1 – Identificação dos municípios da Paraíba

(continua)

Código	Município	Código	Município	Código	Município	Código	Município
1	João Pessoa	57	Sertãozinho	113	Tenório	169	Mato Grosso
2	Cabedelo	58	Duas Estradas	114	Junco do Seridó	170	Jericó
3	Bayeux	59	Serra da Raiz	115	Assunção	171	Brejo dos Santos
4	Conde	60	Belém	116	Santo André	172	Bom Sucesso
5	Pitimbu	61	Logradouro	117	Gurjão	173	Lagoa
6	Caaporã	62	Campo de Santana	118	São João do Cariri	174	Pombal

Tabela 1 – Identificação dos municípios da Paraíba

(continua)

Código	Município	Código	Município	Código	Município	Código	Município
7	Alhandra	63	Riachão	119	Caraúbas	175	São Bentinho
8	Santa Rita	64	Dona Inês	120	Coxixola	176	Cajazeirinhas
9	Lucena	65	Bananeiras	121	Congo	177	Emas
10	Rio Tinto	66	Solânea	122	Camalaú	178	Piancó
11	Marcação	67	Arara	123	São João do Tigre	179	Santana dos Garrotes
12	Baía da Traição	68	Casserengue	124	São Sebastião do Umbuzeiro	180	Tavares
13	Mataraca	69	Cacimba de Dentro	125	Zabelê	181	Princesa Isabel
14	Mamanguape	70	Araruna	126	Monteiro	182	Nova Olinda
15	Capim	71	Cuité	127	Prata	183	Pedra Branca
16	Sapé	72	Damião	128	Ouro Velho	184	São José de Princesa
17	Cruz do Espírito Santo	73	Barra de Santa Rosa	129	Amparo	185	Manaíra
18	Pedras de Fogo	74	Algodão de Jandaíra	130	Sumé	186	Curral Velho
19	Juripiranga	75	Remígio	131	Serra Branca	187	Santana de Mangueira
20	Itabaiana	76	Areia	132	São José dos Cordeiros	188	Santa Inês
21	São José dos Ramos	77	Alagoa Nova	133	Parari	189	Conceição
22	Pilar	78	Esperança	134	Livramento	190	Ibiara
23	São Miguel de Taipu	79	São Sebastião de Lagoa de Roça	135	Taperoá	191	Diamante
24	Sobrado	80	Matinhas	136	Salgadinho	192	Boa Ventura
25	Riachão do Poço	81	Massaranduba	137	Santa Luzia	193	Itaporanga
26	Caldas Brandão	82	Lagoa Seca	138	São José do Sabugi	194	São José de Caiana

Tabela 1 – Identificação dos municípios da Paraíba

(continua)

Código	Município	Código	Município	Código	Município	Código	Município
27	Mari	83	Areal	139	Várzea	195	Serra Grande
28	Cuité de Mamanguape	84	Montadas	140	São Mamede	196	Bonito de Santa Fé
29	Itapororoca	85	Puxinanã	141	Areia de Baraúnas	197	Monte Horebe
30	Curral de Cima	86	Campina Grande	142	Passagem	198	São José de Piranhas
31	Pedro Régis	87	Fagundes	143	Cacimbas	199	Carrapateira
32	Jacaraú	88	Queimadas	144	Desterro	200	Aguiar
33	Caiçara	89	Gado Bravo	145	Teixeira	201	Igaracy
34	Lagoa de Dentro	90	Santa Cecília	146	Cacimba de Areia	202	Coremas
35	Araçagi	91	Alcantil	147	Quixabá	203	São José da Lagoa Tapada
36	Guarabira	92	Barra de Santana	148	Patos	204	São Domingos
37	Mulungu	93	Caturité	149	São José de Espinharas	205	Aparecida
38	Gurinhém	94	Boqueirão	150	Vista Serrana	206	São Francisco
39	Mogeiro	95	Riacho de Santo Antônio	151	Malta	207	Santa Cruz
40	Salgado de São Félix	96	Barra de São Miguel	152	Santa Teresinha	208	Lastro
41	Natuba	97	São Domingos do Cariri	153	São José do Bonfim	209	Vieirópolis
42	Umbuzeiro	98	Cabaceiras	154	Mãe d'Água	210	Sousa
43	Aroeiras	99	Boa Vista	155	Maturéia	211	Nazarezinho
44	Itatuba	100	Pocinhos	156	Imaculada	212	Marizópolis
45	Ingá	101	Soledade	157	Água Branca	213	São João do Rio do Peixe
46	Riachão do Bacamarte	102	Olivedos	158	Juru	214	Cajazeiras

Tabela 1 – Identificação dos municípios da Paraíba

(conclusão)

Código	Município	Código	Município	Código	Município	Código	Município
47	Serra Redonda	103	Cubati	159	Olho d'Água	215	Cachoeira dos Índios
48	Juarez Távora	104	Sossêgo	160	Catingueira	216	Bom Jesus
49	Alagoa Grande	105	Baraúna	161	Condado	217	Santa Helena
50	Alagoinha	106	Nova Floresta	162	Paulista	218	Triunfo
51	Cuitegi	107	Picuí	163	São Bento	219	Poço de José de Moura
52	Pilões	108	Frei Martinho	164	Brejo do Cruz	220	Uiraúna
53	Pilões	109	Nova Palmeira	165	São José do Brejo do Cruz	221	Santarém
54	Serraria	110	Pedra Lavrada	166	Belém do Brejo do Cruz	222	Bernardino Batista
55	Borborema	111	São Vicente do Seridó	167	Catolé do Rocha	223	Poço Dantas
56	Pirpirituba	112	Juazeirinho	168	Riacho dos Cavalos		

Fonte: organizada pela autora.

Por se localizar em uma zona tropical, a temperatura média anual do estado varia entre 22°C e 26°C, com a mínima na madrugada podendo chegar a 16°C nos meses mais frios e a máxima a 38°C no verão. A umidade relativa do ar média anual varia de 50% a 90%. Também, a evaporação na região é muito alta com valores de evaporação potencial entre 800 e 1.800 mm anuais (ARAGÃO, 2002).

Em relação a sua geomorfologia, a Paraíba possui desde planícies litorâneas até topos de colinas com altimetrias maiores que 1.000 m. Na parte central do estado há elevações topográficas relativas ao planalto da Borborema que divide a Paraíba, tornando as suas extremidades com características distintas, tanto em altimetria, como em relevo e clima. Essas características incidem diretamente sobre a precipitação, a vegetação e o biótico, revelando ambientes e cenários característicos nas diferentes localidades do estado (VALADARES, 2011).

Em sua hidrografia, possui onze bacias, tendo como principais a bacia do rio Piranhas, com 26.047,49 km², e a bacia do rio Paraíba, com 20.071,83 km² (AESAs, 2013). Sobre a vegetação, Moreira (1989) apresenta que é composta por resquícios de mata atlântica na faixa litorânea, se alterando ao adentrar o interior, com a porção semiárida apresentando espécies vegetais de caatinga juntamente com solos rasos e pobres.

Além disso, de acordo com Valadares (2011), a geomorfologia da Paraíba se divide nas compartimentações geomorfológicas: planície litorânea, baixos planaltos costeiros, depressão sublitorânea, depressão do Curimataú, depressão de rio Paraíba, planalto da Borborema, pediplano sertanejo e depressão sertaneja.

Dados

Foram utilizados dados de precipitação diária, no período de 1994 a 2018, disponibilizado pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA. Ressalta-se que, o período de dados utilizado não abrange os anos após 2018, pois os resultados desse estudo fazem parte do banco de dados para o Projeto Universal “Riscos, vulnerabilidades e desastres hidroclimáticos no Estado da Paraíba: subsídios ao planejamento e à gestão dos territórios” (Chamada Universal MCTIC/CNPq 2018), que na época de sua aprovação, a análise se limitou até esse recorte temporal. A partir desses dados foi possível identificar e quantificar os Dias Consecutivos Secos (DCS) para todos os municípios que compõem do estado e após elaborar a série temporal dos máximos DCS anuais.

Contudo, só foram possíveis realizar a análise para 160 localidades, escolhidas seguindo dois critérios: (i) municípios com menos de 15 dias faltosos (esse critério é utilizado pelo RClindex que é um *software* que calcula índices climáticos e é bastante utilizado, vide Zhang e Yang (2004)); e (ii) com maiores quantidades de dados, ou seja, sendo escolhido trabalhar com as localidades que possuíssem dezoito ou mais anos de dados.

Utilizando os testes de hipóteses não paramétricos de Mann-Kendall, Sen’s Slope e de Pettitt, foi possível verificar as tendências na série dos máximos DCS anuais para cada município. Os cálculos dos testes estatísticos de Mann-Kendall e de Pettitt, foram realizados no *software RStudio*, empregando a linguagem R por meio do pacote *trend*.

Conforme com Naghettini e Pinto (2007), os testes de hipóteses possibilitam avaliar, de acordo com níveis de significância, estimativas mais prováveis para a tomada de decisão de rejeitar ou não uma afirmação. Logo, os testes não-paramétricos apresentam uma menor dependência de suposições em torno da série de dados, simplificando o processo (COSTA, 2017).

Dias Consecutivos Secos (DCS)

Os Dias Consecutivos Secos identificam o maior intervalo consecutivo diário sem chuvas a partir de série histórica de dados de precipitação. Ele considera precipitações diárias abaixo de 1 mm como dias secos (GROUP RAINDROPS, 2002). Contudo, tendo vista que o estado da Paraíba apresenta baixos índices de precipitação e altos valores de evapotranspiração, foi adotado para esse estudo o limiar de 5 mm, tomando como base a Evapotranspiração de referência para o estado, com base no trabalho de Cabral Júnior e Bezerra (2018), que varia entre 4,5 a 5,7 mm/dia, sendo a média de 5,1 mm/dia. Desta forma, o volume de chuva menor ao valor de 5 mm foi considerado como irrisória, visto que a água sofrerá o processo de evapotranspiração para a atmosfera em volume igual ou maior. Também, ressalta-se que foram considerados os intervalos de DCS que se iniciaram em um ano e terminaram no seguinte.

Teste de Mann-Kendall

Conforme Silvestre (2016), o teste de Mann- Kendall é empregado para avaliar a existência de alguma tendência nos valores de uma série temporal. Ele é um teste não-paramétrico, ou seja, a sucessão dos valores de uma série temporal estável ocorre de maneira independente (GOIS, 2017). Por se tratar de um método eficaz na análise de variáveis climáticas em diferentes regiões do planeta e com grande potencial de aplicação quando utilizado com outros métodos de análise estatística, ele tem sido recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM).

Ademais, Goossens e Berger (1986) garantem que o método de Mann-Kendall é o mais adequado para analisar mudanças climáticas em séries climatológicas. Além disso, ele é o método mais apropriado para localizar e detectar aproximadamente o ponto inicial de determinada tendência (BACK, 2001).

O teste foi aplicado nos dados da série temporal do número máximo de Dias Consecutivos Secos (DCS) anual, observando se existem indícios de tendência positiva ou negativa nos dados. De acordo com Gois (2017), a tendência estatisticamente é insignificante para $p\text{-valor} > \alpha$ e a tendência estatisticamente é significativa na série temporal para $p\text{-valor} < \alpha$.

Para cálculo da estatística S de uma série temporal de n termos ($1 < i < n$), em que n é o comprimento da série temporal, utiliza-se a Equação 1 (SILVESTRE 2016; MORAES *et al.*, 1995).

$$T = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (\text{Equação 1})$$

Em que, função sgn é definida por:

$$\text{sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} 1, & \text{se } x_j - x_i > 0 \\ 0, & \text{se } x_j - x_i = 0 \\ -1, & \text{se } x_j - x_i < 0 \end{cases} \quad (\text{Equação 2})$$

Para o cálculo da variância de S , representada por $\text{VAR}(S)$, utiliza-se a Equação 3 ou a Equação 4, para ocasião de repetição de dados na série histórica. Na Equação 4, g corresponde ao número de grupo com dados repetidos e tp o número de observações existentes no grupo p .

$$\text{VAR}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (\text{Equação 3})$$

$$\text{VAR}(S) = \frac{1}{18} [n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^g tp(tp-1)(2tp+5)] \quad (\text{Equação 4})$$

A análise de tendência do teste de Mann-Kendall é realizada observando o valor de Z . E para o cálculo da estatística Z (Equação 5), são utilizados o S e $\text{VAR}(S)$. Caso $Z > 0$ a tendência é positiva, se $Z < 0$ a tendência é negativa e se o valor de $Z = 0$, não há existência de tendência (SILVESTRE, 2016).

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{VAR}(S)}} & \text{para } S > 0 \\ 0 & \text{para } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{VAR}(S)}} & \text{para } S < 0 \end{cases} \quad (\text{Equação 5})$$

Ademais, a distribuição da estatística τ de Kendall pode ser obtida através da estatística S , pois existe um relacionamento entre a estatística S e a estatística τ de Kendall, no qual segundo Hipel e Mcleod (1994) se dá de acordo com a Equação 6 e Equação 7. E caso não haja empates, a estatística τ será reduzida para a Equação 8.

$$\tau = \frac{S}{D} \quad (\text{Equação 6})$$

$$D = \left[\frac{1}{2}n(n-1) - \frac{1}{2}\sum_{p=1}^g tp(tp-1) \right]^{1/2} \left[\frac{1}{2}n(n-1) \right]^{1/2} \quad (\text{Equação 7})$$

$$\tau = \frac{S}{\frac{n(n-1)}{2}} \quad (\text{Equação 8})$$

Considerando uma série y_i de n termos a serem analisados, sendo $1 < i < n$, o teste consiste em realizar a soma do número de termos da série, relativo ao valor y_i cujos termos precedentes ($j < i$) são inferiores ao mesmo ($y_j < y_i$). Caso o valor de n seja grande, sob a hipótese nula (H_0) de ausência de tendência, tn apresenta uma distribuição normal com média e variância dada pela Equação 9 e Equação 10, respectivamente (PENNEREIRO *et al.*, 2012).

$$E(tn) = \frac{n(n-1)}{4} \quad (\text{Equação 9})$$

$$VAR(tn) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (\text{Equação 10})$$

Então, para testar a significância estatística de tn para a hipótese nula usa-se um teste bilateral, em que esta pode ser rejeitada para grandes valores da estatística $U(tn)$, que é calculada pela Equação 11.

$$U(tn) = \frac{(tn - E(tn))}{\sqrt{VAR(tn)}} \quad (\text{Equação 11})$$

Teste de Sen's Slope

Como o teste de Mann-Kendall não possui a propriedade de revelar a declividade verdadeira na detecção de tendências, utiliza-se o método estimador da curvatura de Sen

caso a hipótese nula (H_0) seja rejeitada. O teste de Sen's Slope derivou um método para a estimativa do Tau de Kendall (ALI; ABUBAKER, 2019).

Conforme Agbo e Ekpo (2020), este método tem sua aplicação na estimação da inclinação de uma tendência linear que surge de uma equação linear (Equação 12). A série temporal, que pode ser crescente ou decrescente, é uma função do tempo representada por $f(t)$. O tempo é representado por t , B é uma constante e Se é a inclinação. O valor de Se pode ser obtido pela Equação 13, em que $i = 1, 2, 3, \dots, N$; x_j e x_i são os valores associados a x nos instantes j e i , respectivamente, sendo $j > i$. A quantidade de pares distintos observacionais é representada por N e calculados pela Equação 14. E o estimador de inclinação será calculado pela mediana de todos os valores de Se , utilizando a Equação 15.

$$f(t) = St + B \quad (\text{Equação 12})$$

$$Se = \frac{x_j - x_i}{j - i} \quad (\text{Equação 13})$$

$$N = \frac{n(n-1)}{2} \quad (\text{Equação 14})$$

$$S_{med} = \begin{cases} S_{[(N+1)/2]}, & \text{se } N \text{ é ímpar} \\ \frac{S_{(N/2)} + S_{(N/2+1)}}{2}, & \text{se } N \text{ é par} \end{cases} \quad (\text{Equação 15})$$

Logo, quando o valor de S_{med} é positivo, conclui-se que há uma tendência crescente, e analogamente, há uma tendência decrescente quando o valor de S_{med} é negativo. Caso o valor seja zero, não há tendência. Além disso, o intervalo de confiança para este teste é determinado pela Equação 16, em que $Z_{1-\alpha/2}$ é dado por uma distribuição normal padrão. E o limite superior (S_{min}) e limite inferior (S_{max}) são dados pela Equação 17 e Equação 18, respectivamente. Caso os dois limites (S_{min} e S_{max}) apresentarem sinais semelhantes a inclinação S_{med} será estatisticamente diferente de zero.

$$C_\infty = Z_{1-\alpha/2} \sqrt{Var(S)} \quad (\text{Equação 16})$$

$$S_{min} = S_{(M_1)} \quad (\text{Equação 17})$$

$$S_{max} = S_{(M_2+1)} \quad (\text{Equação 18})$$

Teste de Pettitt

O teste de homogeneidade de Pettitt é considerado um teste não paramétrico que utiliza uma versão do teste de Mann-Whitney (GROPPO *et al.*, 2005) e é capaz de localizar o ponto de mudança brusca nas médias da série histórica (SILVESTRE, 2016). O ponto de mudança indica o início da tendência, identificando se as séries históricas pluviométricas apresentam homogeneidade ou não a partir de cálculos estatísticos. Ele serve para avaliar se há alguma ruptura, ou seja, uma quebra ou descontinuidade e tem a vantagem de não necessitar de pressuposições sobre a distribuição dos dados (SILVESTRE, 2016).

Conforme Gois (2017), o teste verifica se duas amostras pertencem à mesma população e a estatística utilizada faz uma contagem do número de vezes em que um elemento de uma amostra é maior que os da outra amostra e a estatística do $U_{t,T}$ faz uma contagem do número de vezes que um membro da primeira amostra é maior que o membro da segunda. A estatística considera todos os valores de $t = 2, \dots, T$ e $1 \leq t \leq T$, e pode ser calculada a partir da Equação 19.

$$U_{t,T} = U_{t-1,T} + \sum_{j=1}^T \text{sgn}(x_t - x_j) \quad (\text{Equação 19})$$

$$\text{Em que: } \text{sgn}(x) = \begin{cases} 1, & \text{se } x > 0 \\ 0, & \text{se } x = 0 \\ -1, & \text{se } x < 0 \end{cases} \quad (\text{Equação 20})$$

O valor absoluto máximo de $U_{t,T}$, que corresponde a estatística $k(t)$ do teste de Pettitt, é confirmada como o ano em que ocorre a mudança e calcula-se a partir da Equação 21:

$$k(t) = \max_{1 \leq t \leq T} |U_{t,T}| \quad (\text{Equação 21})$$

Além disso, a estatística $k(t)$ localiza o ponto onde houve uma mudança brusca na média de uma série temporal. Dessa forma, utilizando a Equação 22 e a Equação 23 calcula-se a sua significância aproximada, sendo a primeira para hipóteses unilaterais e a segunda para hipóteses bilaterais. No mais, t é o ponto de mudança brusca onde ocorre o máximo de $k(t)$ e para realizar os cálculos dos valores críticos de k utiliza-se a Equação 24.

$$p = \exp \left\{ \frac{-6(k^+)^2}{(T^3 - T^2)} \right\} \quad (\text{Equação 22})$$

$$p = 2 \exp \left\{ \frac{-6(k^+)^2}{(T^3 - T^2)} \right\} \quad (\text{Equação 23})$$

$$k_{crit} = \pm \sqrt{\frac{\ln\left(\frac{p}{2}\right)(T^3 + T^2)}{6}} \quad (\text{Equação 24})$$

Software RStudio

O *RStudio* é um ambiente de desenvolvimento integrado que atua como uma interface mais agradável para programação em linguagem R (YAMAMOTO, 2020). Com esse *software*, a partir do pacote *trend*, pode-se executar testes de tendência como por exemplo Pettitt e Mann-Kendall. O nível de significância adotado para as análises foi de 95%.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Variabilidade dos Dias Consecutivos Secos

A partir dos dados do índice de Dias Consecutivos Secos (DCS) no período anual foram calculadas as médias para cada município e, assim, foi possível analisar a variabilidade para cada Microrregião Pluviometricamente Homogênea (MPH) do estado. A Tabela 1 mostra além das médias para cada MPH, as maiores e menores médias dentro de cada MPH. Percebe-se, portanto, que as regiões distantes do Oceano, sem o efeito do controle maritimidade, apresentam maiores períodos consecutivos sem chuvas, são elas: Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão.

Assim, pode se observar na Tabela 1 que apesar da microrregião do Litoral possuir os menores valores de média para o índice de DCS, ainda possui um valor considerado alto, pois são 61 dias consecutivos, ou seja, em média dois meses sem chuva ou com um volume abaixo de 5 mm por dia.

Tabela 1 – Médias dos máximos anuais de Dias Consecutivos Secos (DCS) para cada Microrregião Pluviometricamente Homogêneas (MPH) e os municípios dentro de cada MPH com maiores e menores números de DCS (1994-2018)

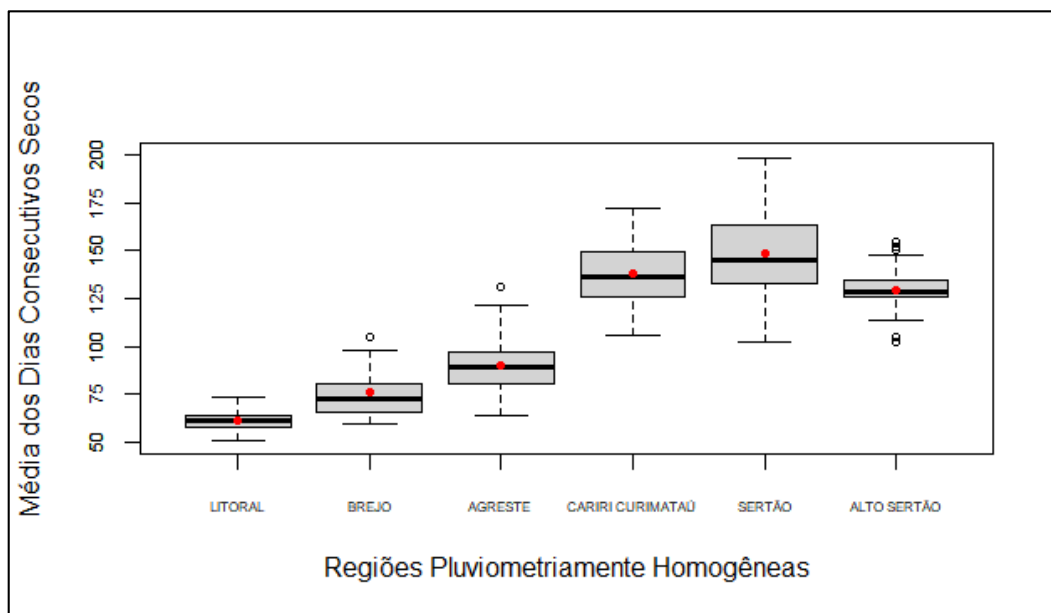
MPH	Média anual dos DCS (dias)	Municípios	
		Maior média dos DCS [quantidade de dias]	Menor média dos DCS [quantidade de dias]
Litoral	61	Mamanguape [73]	Alhandra [51]
Brejo	76	Caiçara [105]	Areia [60]
Agreste	90	Montadas [131]	Solânea [64]
Cariri/Curimataú	138	Camalaú [172]	Barra de Santana [106]
Sertão	149	São José de Espinharas [198]	Água Branca [102]
Alto Sertão	130	Curral Velho [155]	Tavares [102]

Organização: Helayne Luiza de S. Florêncio (2022).

Na Figura 2, o box-plot permite a visualização do comportamento desses valores, em que a maior média (círculo vermelho) e maior variabilidade dos DCS verifica-se na MPH do Sertão. Nota-se que as menores variabilidades estão nas MPH do Litoral e Alto Sertão. Além disso, pode-se verificar os valores extremos (*outlier* ou valores discrepantes) representados pelos círculos vazios. Esses eventos extremos referem-se as localidades de Caiçara (Brejo): 105 dias; Montadas (Agreste): 131 dias; Coremas (Alto Sertão): 150 dias; Curral Velho (Alto Sertão): 155 dias; Serra Grande (Alto Sertão): 152 dias; Princesa Isabel (Alto Sertão): 104 dias e Tavares (Alto Sertão): 102 dias.

Quando detalhada a variabilidade dos DCS ano a ano, ressaltando apenas o maior DCS anual observado dentro dos municípios que compõe cada MPH, pode ser verificado o quão extremo esses eventos pode ser, pois apesar da MPH do Litoral ser a que possui os menores valores, o município de Santa Rita apresentou 146 DCS no ano de 2004, ou seja, quase 5 meses sem chuva.

Figura 2 - Box-plot das médias dos máximos anuais de Dias Consecutivos Secos (DCS) para cada Microrregião Pluviometricamente Homogêneas (MPH) do estado da Paraíba (1994-2018)



Organização: Helayne Luiza de S. Florêncio (2022).

Ao observar as demais MPH (Tabela 2) destaca-se o município de Montadas com 477 secos consecutivos, iniciando no mês de março do ano de 1998 e finalizando no ano seguinte no mês de julho, sendo praticamente 16 meses. Além destes, os municípios de Barra de São Miguel e São José dos Espinharas também apresentaram uma grande quantidade de DCS, isso ocorreu nos anos de 2016 e 2012, respectivamente. Salienta-se que, essas informações em relação ao início e término de cada evento de DCS para cada município estão contidas em um banco de dados gerado para o projeto.

Tabela 2 - Máximos anuais de Dias Consecutivos Secos (DCS) para cada Microrregião Pluviometricamente Homogêneas (MPH) e os municípios dentro de cada MPH com maiores números de DCS (1994-2018)

MPH	Município	Quantidade de dias
Litoral	Santa Rita	146
Brejo	Caiçara	218
Agreste	Montadas	477
Cariri/Curimataú	Barra de São Miguel	347
Sertão	São José de Espinharas	347
Alto Sertão	Serra Grande	279

Organização: Helayne Luiza de S. Florêncio (2022).

Os resultados obtidos se adequam ao estudo realizado por Neto *et al.* (2016), que realizou uma análise espacial de quantidade de dias secos e úmidos no estado da Paraíba. Ao analisar as quatro mesorregiões da Paraíba ele verificou que a região litorânea apresentou os maiores níveis pluviométricos, quando comparada com as demais, e a mesorregião que apresentou menores índices pluviométricos foi a Borborema, que se localiza na parte mais central do estado.

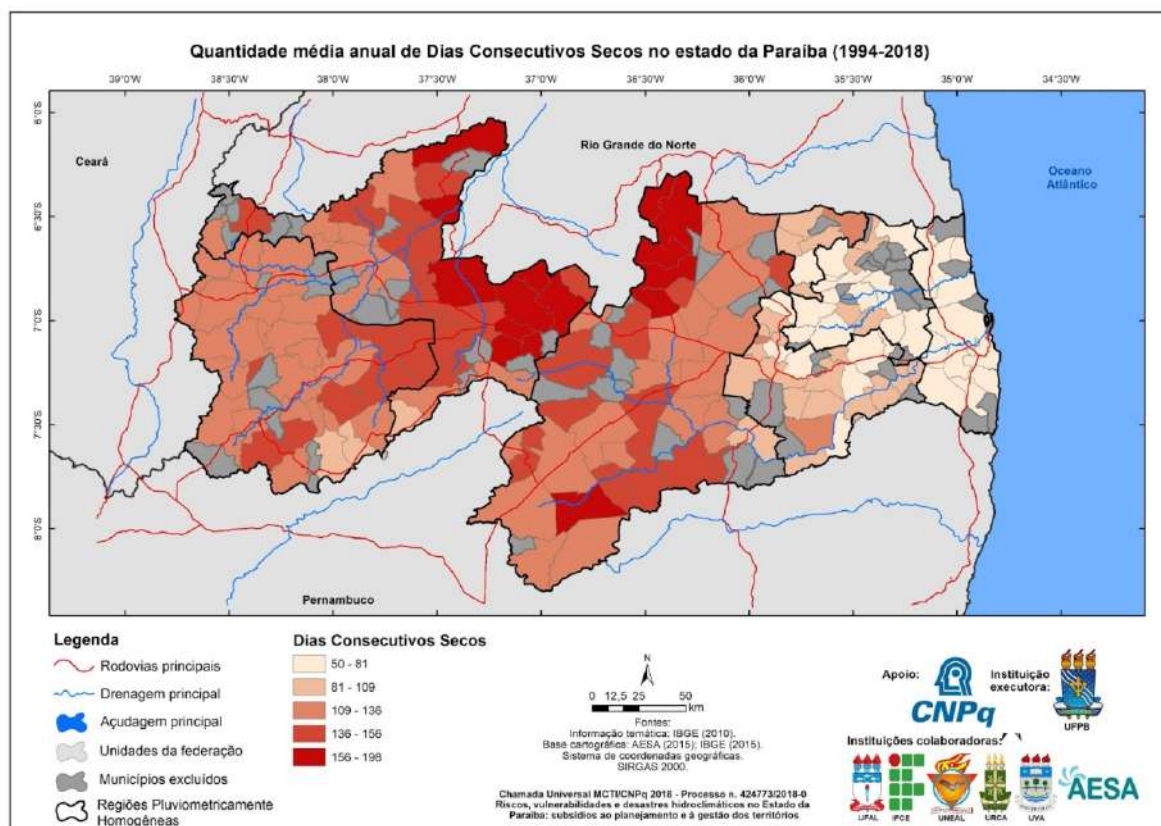
Espacialização dos DCS

Para melhor visualização, encontram-se a seguir a espacialização das médias do índice de DCS para cada município (Figura 3) e a espacialização do máximo anual de DCS para cada município do estado (Figura 4).

Tal como apresentado e discutido na seção anterior da variabilidade dos DCS, a espacialização das médias dos DCS (Figura 3) ratifica a variação de leste para oeste, das menores quantidades de DCS no litoral e os maiores para o interior do estado. Ressaltando 16 municípios em vermelhos que apresentaram as maiores médias, são eles: São José de Espinharas (Sertão), Quixabá (Sertão), São Bento (Sertão), Camalaú (Cariri/Curimataú), Cacimba de Areia (Sertão), São Mamede (Sertão), Passagem (Sertão), Pedra Lavrada (Cariri/Curimataú), Belém do Brejo do Cruz (Sertão), Santa Luzia (Sertão), Nova Palmeira (Cariri/Curimataú), Várzea (Sertão), Picuí (Cariri/Curimataú), São Vicente do Seridó (Cariri/Curimataú), Frei Martinho (Cariri/Curimataú), São José do Sabugi (Sertão).

O estado possui uma região mais úmida a leste e mais secas a oeste, adentrando o continente, além de ser influenciado por sua proximidade ao oceano, também é influenciado pelo relevo, principalmente pelo Planalto da Borborema, que é um dos maiores domínios morfoestruturais do Nordeste Brasileiro. Ele se localiza no Estado da Paraíba sobre as MPH do Brejo e Agreste, atuando como uma barreira dos sistemas atmosféricos e das massas de ar responsáveis pela produção de chuvas que iriam em direção ao interior do estado. Além do Planalto da Borborema também há o destaque da Depressão Sertaneja no relevo paraibano, que apresenta terras baixas e relevo suave-ondulado, no qual os municípios dessa localidade apresentam altas temperaturas durante o dia.

Figura 3 – Espacialização das médias de DCS correspondente para cada município do Estado da Paraíba para o período de 1994 – 2018*

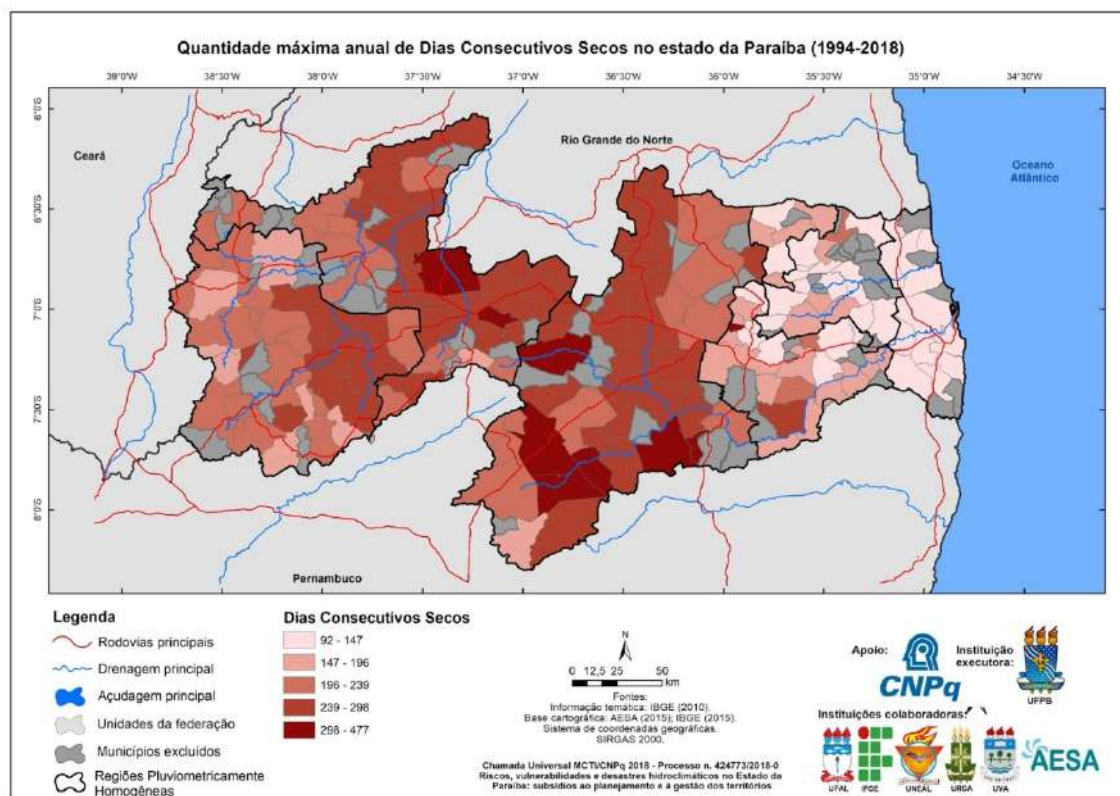


*Apesar do período utilizado na pesquisa ser de 1994 a 2018, devido às falhas encontradas nos dados, nem todos os municípios apresentaram dados suficientes para análises de todos estes anos.

Organização: Helayne Luiza de S. Florêncio (2022).

Com relação ao máximo anual de DCS, ou seja, a maior quantidade de dias sem chuva (ou com volume menor que 5 mm) em cada município, constata-se o mesmo perfil das médias de DCS, evidenciando os municípios de cada MPH com os maiores valores já apontados na Tabela 2. No mais, os maiores valores foram dos municípios: Montadas (Agreste), Barra de São Miguel (Cariri/Curimataú), São José de Espinharas (Sertão), Quixabá (Sertão), Sumé (Cariri/Curimataú), Riacho de Santo Antônio (Cariri/Curimataú), Camalaú (Cariri/Curimataú), Taperoá (Cariri/Curimataú), Congo (Cariri/Curimataú) e Caraúbas (Cariri/Curimataú).

Figura 4 – Espacialização do máximo anual de DCS correspondente para cada município do Estado da Paraíba para o período de 1994 – 2018*



*Apesar do período utilizado na pesquisa ser de 1994 a 2018, devido às falhas encontradas nos dados, nem todos os municípios apresentaram dados suficientes para análises de todos estes anos.

Organização: Helayne Luiza de S. Florêncio (2022).

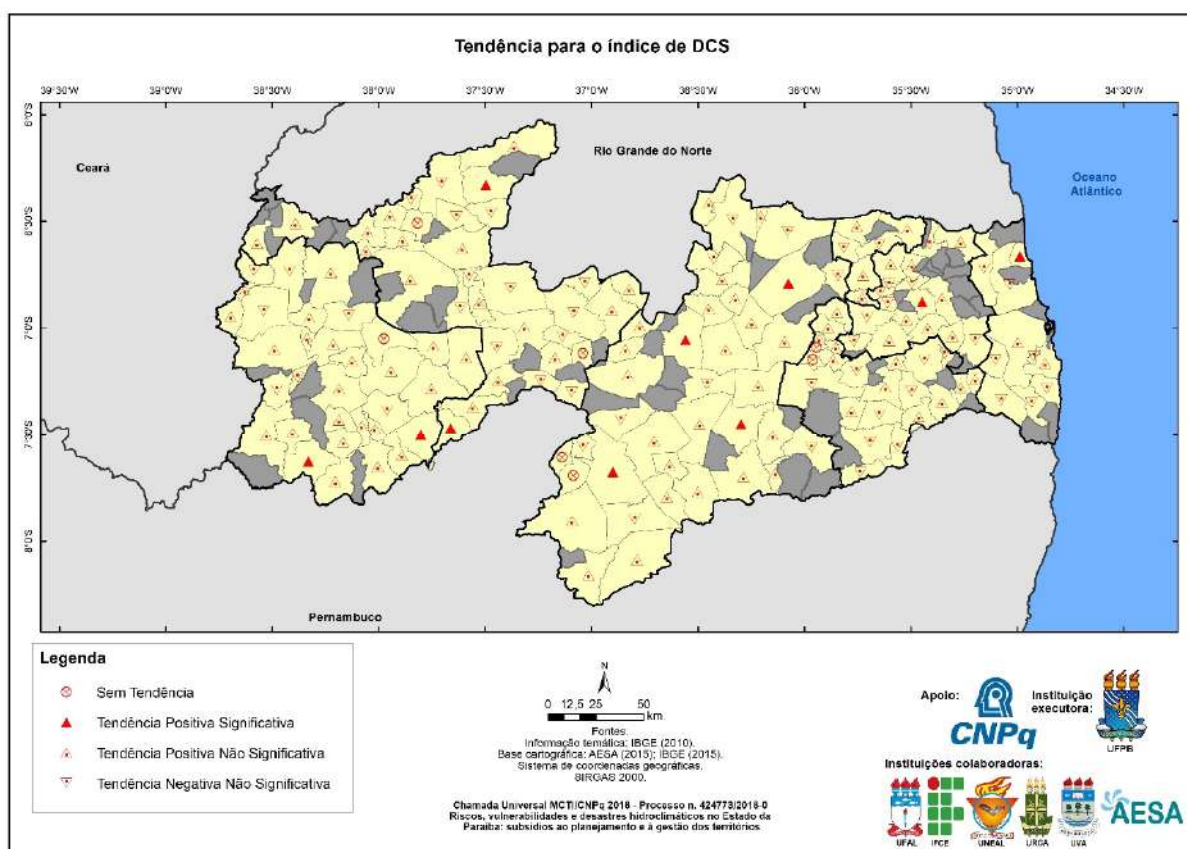
Tendências nos DCS

Ademais, foi realizada a análise de tendência nos índices anuais, ou seja, nos valores dos máximos de DCS, com base nos testes de Mann-Kendall, Pettitt e Sen's Slope, adotando um nível de significância de 95%. Os resultados obtidos no teste foram espacializados na Figura 5, em que os resultados ficaram divididos em: Tendência Positiva Significativa, Tendência Positiva Não Significativa, Tendência Negativa Não Significativa e Sem Tendência.

Detecta-se que das 160 localidades analisadas, 61% apresentaram aumento do índice de DCS, ou seja, Tendência Positiva, 34% apresentaram diminuição do índice de DCS (Tendência Negativa), e 4% não apresentou indícios de tendência. Além disso, verificou-se que nas microrregiões do Litoral e Brejo apenas dois municípios, um em cada, apresentaram indícios de tendência significativa positiva, são eles: Baía da Traição e Guarabira, respectivamente.

Na MPH do Agreste os resultados indicaram que o município de Montadas e Puxinanã não apresentaram tendência, e os demais até possuem tendência, porém sem significância estatística. Para a microrregião do Cariri/Curimataú, obteve-se que os municípios de Ouro Velho e Prata não possuem tendência, enquanto os municípios de Barra de Santa Rosa, Cabaceiras, Juazeirinho e Sumé apresentaram tendência positiva significativa.

Figura 5 – Espacialização do Teste de Mann-Kendall para o índice anual dos DCS no estado da Paraíba (1994 – 2018)*



*Apesar do período utilizado na pesquisa ser de 1994 a 2018, devido às falhas encontradas nos dados, nem todos os municípios apresentaram dados suficientes para análises de todos estes anos.

Organização: Helayne Luiza de S. Florêncio (2022).

Os municípios de Água Branca e Brejo do Cruz, situados no sertão, tiveram tendência positiva significativa, enquanto os municípios de Jericó e Passagem não apresentaram tendência. Para a microrregião do Alto Sertão, o município de Coremas não apresentou tendência, enquanto os municípios de Jurú e Santana de Mangueira apresentaram tendência positiva significativa.

Assim, nota-se que maior parte dos municípios que apresentaram tendência positiva significativa do índice dos DCS, pertencem à região semiárida brasileira. Sendo eles: Água Branca (Sertão), Barra de Santa Rosa (Cariri/Curimataú), Brejo do Cruz (Sertão), Cabaceiras (Cariri/Curimataú), Guarabira (Brejo), Juazeirinho (Cariri/Curimataú), Jurú (Alto Sertão), Santana de Mangueira (Alto Sertão) e Sumé (Cariri/Curimataú).

Esses resultados corroboram com outros estudos, que mesmo não sendo para a região em estudo, mas são regiões que fazem parte da região semiárida brasileira, como o estudo realizado no Recife-PE, por Souza e Azevedo (2012), no qual foi constatado a partir do teste de aplicação de Mann-Kendall que houve diminuição da precipitação e, conseqüentemente, pode-se inferir, aumento de dias sem chuvas. Também, no estudo realizado por Lopes e Silva (2013), no estado do Ceará, ao analisar séries pluviométricas de total anual, média anual, total do período seco e total do período chuvoso, constatou-se tendências indicando diminuição da precipitação com significância estatística em todos os parâmetros analisados para a Região Litoral Leste/Jaguaribe. Contudo, também houve tendências indicando uma diminuição bem significativa da precipitação na Região do Sertão Central. Já na região do Cariri/Centro Sul houve diminuição da precipitação somente nos valores do período seco, havendo aumento nos outros períodos.

Esses resultados em relação aos DCS podem estar vinculados a própria característica do lugar, como no caso a região semiárida, entretanto, pode ser influenciado e alterado tanto por ações antrópicas - como desmatamento, emissão de gases, má gestão de recursos hídricos, entre outros - quanto por efeitos naturais em escala local, regional e global. De acordo com Ferreira *et al.* (2017), um dos maiores causadores em grande escala dos anos secos no Nordeste brasileiro é o fenômeno El Niño, principalmente quando este efeito está associado ao dipolo do Atlântico positivo.

Na pesquisa realizada por Nóbrega *et al.* (2014), sobre os eventos extremos de precipitação nas mesorregiões da Paraíba e suas relações com a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) dos Oceanos tropicais, foi percebido que entre os anos de 1970 a 2004 ocorreu uma tendência de redução das precipitações, e apesar de afirmar que esse período foi quando houve a intensificação das atividades antrópicas, também se observou que os índices de eventos extremos de precipitação no Sertão da Paraíba estão mais associados com as anomalias da TSM dos Oceanos Atlântico e Pacífico.

Com isso, buscando corroborar com as análises, aplicou-se o teste de Sen's Slope para revelar a declividade da tendência, apresentado na Tabela 3. De acordo com o teste, dentre os municípios que apresentaram tendência significativa, os três municípios com maiores inclinações foram: Santana de Mangueira (Alto Sertão), Barra de Santa Rosa (Cariri/Curimataú) e Jurú (Alto Sertão). Já os municípios que apresentaram as menores inclinações foram: Guarabira, Baía da Traição e Brejo do Cruz, pertencentes às microrregiões do Brejo, Litoral e Sertão, respectivamente.

Ademais, observa-se que o município de Barra de Santa Rosa além de possuir uma alta inclinação, de acordo com o valor obtido pelo Smed, também possui o valor alto para o índice Z e alta confiabilidade de acordo com o índice do *p-valor*, que se apresentou como 0,001. Isso indica que o resultado é bastante confiável, considerando que foi adotado um nível de significância de 95% para os valores dos testes.

Tabela 3 – Teste Sen's Slope para os municípios com Tendência Significativa para o Índice dos DCS para o estado da Paraíba

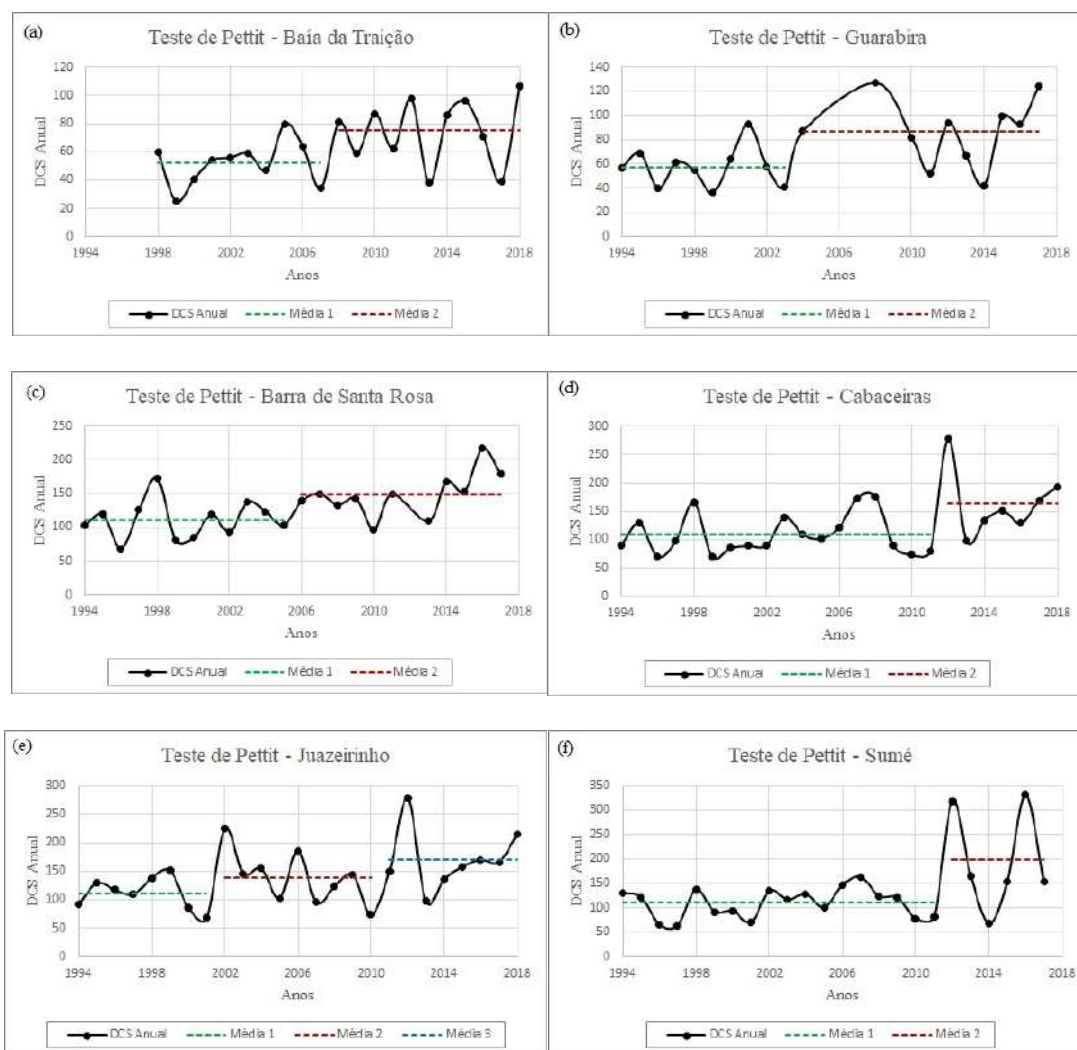
Microrregião	Município	Smed	Z	p-valor
Litoral	Baía da Traição	2,109	2,417	0,016
Brejo	Guarabira	2,108	2,078	0,038
Cariri/Curimataú	Barra de Santa Rosa	3,154	3,224	0,001
	Cabaceiras	2,784	2,339	0,019
	Juazeirinho	2,500	2,125	0,034
	Sumé	2,516	1,960	0,050
Sertão	Água Branca	2,430	2,243	0,025
	Brejo do Cruz	2,138	2,244	0,025
Alto Sertão	Jurú	3,077	2,324	0,020
	Santana de Mangueira	3,342	2,259	0,024

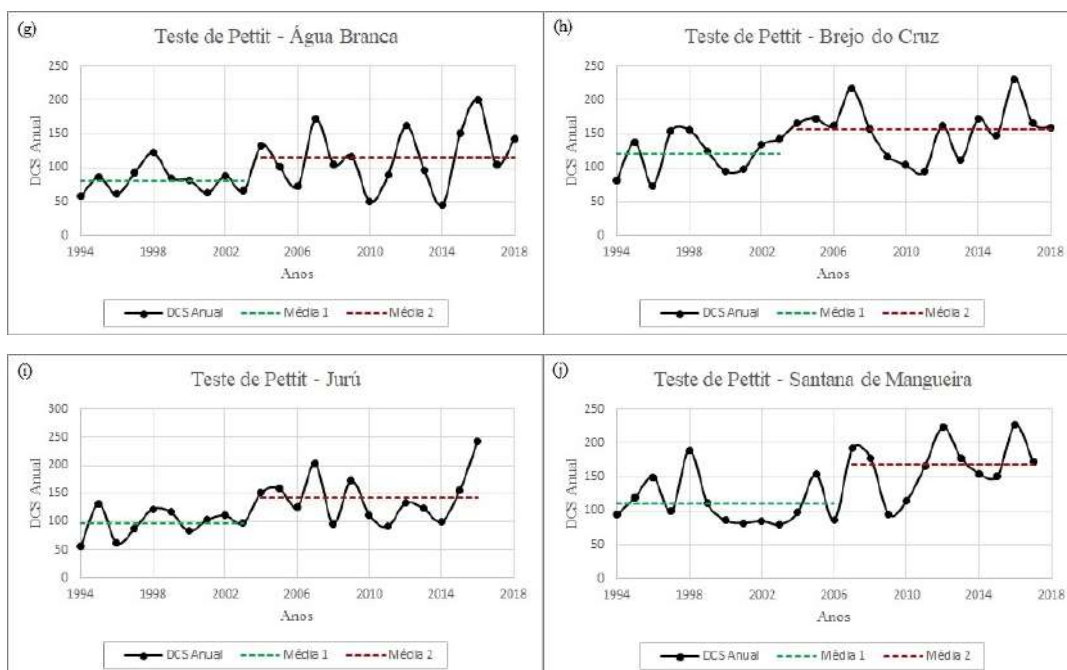
Organização: Helayne Luiza de S. Florêncio (2022).

Após obtido os resultados das tendências a partir da aplicação do teste de Mann-Kendall, foram analisadas as rupturas da aplicação do teste de Pettit. Neste foi possível observar quantidade de rupturas das médias nas séries e em que ano ocorreram. Assim sendo, foram elaborados gráficos, visualizados na Figura 6, para melhor análise do comportamento dos dados dos municípios que apresentaram tendência significativa.

A Figura 6 apresenta os anos e os DCS anual, sendo representadas pelas linhas verdes pontilhadas o valor médio de DCS antes da ruptura e pelas linhas vermelhas pontilhadas o valor médio de DCS depois da ruptura. Contudo, caso ocorra mais de uma ruptura, a linha para representar a média após a segunda ruptura possui cor azul.

Figura 6 – Ruptura a partir do Teste de Pettitt para os municípios com Tendência Significativa para o Índice dos DCS das Microrregiões Pluviometricamente Homogêneas (MPH) (1994 – 2018)*





*Apesar do período utilizado na pesquisa ser de 1994 a 2018, devido às falhas encontradas nos dados, nem todos os municípios apresentaram dados suficientes para análises de todos estes anos.

Organização: Helayne Luiza de S. Florêncio (2022).

O município de Baía da Traição, pertencente à microrregião do Litoral, apresentou tendência de crescimento no índice de DCS, em que a média de 52 dias, antes da ruptura no ano de 2007, passou a ser de aproximadamente 75 dias. Já para a microrregião do Brejo, o município de Guarabira apresentou ruptura no ano de 2003, no qual a média de DCS passou de aproximadamente 57 dias para 87 dias.

O Cariri/Curimataú foi a microrregião que mais apresentou tendência significativa, sendo todas positivas, ou seja, com crescimento no índice de DCS. Dentre os quatro municípios com tendência significativa, um indicou a ocorrência de mais de uma ruptura, como se pode observar na Figura 6. O município de Juazeirinho apresentou ruptura nos anos de 2001 e 2010. Antes da primeira ruptura, a média de DCS era de 111 dias e passou a ser de aproximadamente 139 dias entre os anos de 2002 a 2010. Após a segunda ruptura a média de DCS para o município subiu para aproximadamente 171 dias, tendo uma diferença de 60 dias a mais nas médias.

Os demais municípios, Barra de Santa Rosa, Cabaceiras e Sumé, apresentaram, respectivamente, ruptura nos anos de 2005, 2011 e 2011. O município de Barra de Santa Rosa teve uma mudança na média de DCS de 111 dias para 149 dias. Já o município de

Cabaceiras apresentava uma média de DCS de 108 dias e passou a ser 165 dias. E para o município de Sumé, a média de DCS antes da ruptura apresentava o valor de 110 dias e passou a ser 198 dias.

O município de Água Branca, pertencente à microrregião do Sertão, apresentava como média de DCS de aproximadamente 80 dias, e após a ruptura, no ano de 2003, a média passou a ser de aproximadamente 116 dias. No município de Brejo do Cruz, também pertencente à microrregião do Sertão, obteve-se que a média de DCS passou de 120 dias para 156 dias, e o ano em que ocorreu a ruptura foi em 2003.

Para o município de Jurú, verificou-se que o ano de ruptura foi 2003, e que após esse ano a média de DCS passou de 97 dias para aproximadamente 143 dias. Já ao analisar o município de Santana de Mangueira, foi possível observar que a ruptura do município ocorreu no ano de 2006, em que até este ano a média era de aproximadamente 110 dias, e após a ruptura a média passou para 168 dias, como indicado.

É necessários estudos mais detalhados e aprofundados para verificar o que poderia causar essas modificações (aumento) nas médias dos DCS, ressaltando que isso envolve várias escalas, por exemplo, desde o uso e ocupação do solo (escala local) até pesquisas que envolve a influência da interação oceano-atmosfera.

CONCLUSÕES

Os resultados ressaltaram a importância de conhecer a variabilidade e a tendência para os Dias Consecutivos Secos - DCS, tendo em vista que em todas as Microrregiões Pluviometricamente Homogêneas do estado da Paraíba apresentaram valores médios que varia, praticamente de 2 meses a até 5 meses de dias consecutivos sem chuva ou com valores menor que 5 mm por dia.

Também, verificou-se um padrão de leste para oeste, onde os municípios nas MPH mais próximas ao oceano apresentaram menores variações bem como menores quantidades de DCS e isso aumenta à medida que deslocamos para a região semiárida do estado.

A análise ano a ano revela que os DCS é bem presente no nosso estado e chama a atenção os eventos extremos (os *outliers*) em que, não tão raramente, verificou-se anos com DCS que ultrapassou mais de 11 meses como observado em: Barra de São Miguel (Cariri/Curimataú) e São José de Espinharas (Sertão), ambos com 347 dias e Montadas (Agreste) com 477 dias.

Na aplicação do teste de Mann-Kendall observou-se que dos 160 municípios analisados 61% apresentaram aumento do índice de DCS (tendência positiva). E isso é mais evidente nas MPH do Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão.

Por fim, vale a reflexão, discussão e pesquisas, já que o estado possui anos de enfrentamento à estiagem/seca, e diante dos resultados apresentados, concernente a implementação de ações e políticas proativas de adaptação e de mitigação, buscando a prevenção dos danos causados por esses eventos de DCS para a sociedade – principalmente a mais vulnerável – , economia e meio ambiente. E essa temática é de grande importância para toda a comunidade acadêmica, civil, gestores, enfim toda a população, tendo em vista as projeções relacionadas aos impactos das mudanças do clima.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Paraíba (UFPB), à Pró-Reitoria de Pesquisa (PROPESQ) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica concedida à graduanda. Ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmicas Socioambientais (GEOFISA) e ao Projeto Universal “Riscos, vulnerabilidades e desastres hidroclimáticos no Estado da Paraíba: subsídios ao planejamento e à gestão dos territórios” (Chamada Universal MCTIC/CNPq 2018) pela parceria e apoio à pesquisa, especialmente aos colegas pesquisadores que colaboraram com a organização e manipulação dos dados. À Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA) pela disponibilidade dos dados de precipitação.

Perspectivas

Visto que nem todos os municípios puderam ser utilizados devido a insuficiência de dados, para as próximas pesquisas, pode ser trabalhada técnicas de preenchimento de dados ou incorporando dados de outras fontes, permitindo, assim, uma análise com maior detalhamento e maior cobertura da área do estado. Somado a isso, o presente trabalho teve como objetivo o estudo do estado da Paraíba, porém nota-se que a metodologia aplicada é de grande importância para os demais estados do Nordeste Brasileiro, pois maior parte de sua área encontra-se no semiárido e vem, há muitos anos, sofrendo com os déficits de precipitação, que afetam de forma direta e indireta vários seguimentos.

A pesquisa contribuiu positivamente para aprofundar os conhecimentos acerca da dinâmica e variabilidade climática das Microrregiões Pluviometricamente Homogêneas do estado da Paraíba, entendendo o comportamento e padrão dos Dias Consecutivos Secos no período anual e analisando indícios de tendência - de aumento ou de diminuição - dos DCS. Desta forma, espera-se que os resultados alcançados possam servir de subsídio para a implantação de políticas públicas e de tecnologias que auxiliem no enfrentamento da problemática da falta de chuvas e da estiagem/seca para estas localidades que costumam conviver com essa realidade e poderá ser ainda mais impactada.

REFERÊNCIAS

AGBO, E. P.; EKPO, C. M. Trend Analysis of the Variations of Ambient Temperature Using Mann-Kendall Test and Sen's Estimate in Calabar, Southern Nigeria. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1734, International Conference on Recent Trends in Applied Research (ICoRTAR) 2020 14-15 August 2020, NigeriaTechnology.

ALLAN, R. P.; SODEN, B. J.. Atmospheric Warming and the Amplification of Precipitation Extremes. **Science**, [S.L.], v. 321, n. 5895, p. 1481-1484, 12 set. 2008. American Association for the Advancement of Science (AAAS).

ARAGÃO, J.O.R. (2002). **A Influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico na Dinâmica do Tempo e do Clima do Nordeste do Brasil**. Recife, PE.

ASSIS, J. M. O.; LACERDA, F. F.; SOBRAL, M. C. M. Análise de detecção de tendências no padrão pluviométrico na bacia hidrográfica do Rio Capibaribe. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 2, p. 320-331, 2012.

BACK, A. J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 5, p. 717-726, 2001.

BECKER, C. T.; MELO, M. M. M. S.; COSTA, M. N. de M.; RIBEIRO, R. E. P. Caracterização Climática das Regiões Pluviometricamente Homogêneas do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 1, p. 286-299, 2011.

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**, [S. l.], v. 5, 2021.

COSTA, S. G. F. **Análise espaço-temporal de chuvas na Paraíba utilizando estimativas do satélite TRMM**. 2017. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

CUNICO, C.; LUCENA, D. B.; MOURA, M. O.; MOURA, C. M. S. Metodologias para identificação da vulnerabilidade socioambiental e dos riscos de desastres hidroclimáticos na Paraíba. **Paraíba: pluralidades e representações geográficas**. Vol. 4. Campina Grande: EDUFPG, 2021.

DUHAN, D.; PANDEY, A. Statistical analysis of long term spatial and temporal trends of precipitation during 1901-2002 at Madhya Pradesh, India. **Atmospheric Research**, v. 122, p. 136-149, 2013.

FRANCISCO, P. R. M. **Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas**. 122f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

GOIS, G. de. **Catástrofes naturais no Estado do Rio de Janeiro baseado em dados climáticos e produtos orbitais: uma abordagem estatística**. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2017.

GOOSSENS, C.; BERGER, A. Annual and Seasonal Climatic Variations Over The Northern Hemisphere and Europe during the last century. **Annales Geophysicae**, Berlin, v.4, nn. B4, p.385-400, 1986.

GROPPO, J. D.; MORAES, J. M.; BEDUSCHI, C. E.; MARTINELLI, L. A., Luiz. Análise de séries temporais de vazão e precipitação em algumas bacias do estado de São Paulo com diferentes graus de intervenções antrópicas. **Geociências**. v. 24, n. 2, p. 181- 193, 2005.

HIPEL, K.W.; McLEOD, A.I. **Time Series Modelling of Water Resources and Environmental Systems**. Electronic reprint of our book originally published in 1994. Disponível em: <<http://www.stats.uwo.ca/faculty/aim/1994Book/>>. Acesso em: 13 jan. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Lista de municípios do Semiárido Brasileiro, 2021. Disponível em: <https://ibge.gov.br/geociencias/cartas-e>

mapas/mapas-regionais/15974-semiarido-brasileiro.html?=&t=acesso-ao-produto.
Acesso em: agos. 2022.

IPCC, 2022: **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.**

Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

LOPES, J. R. F.; SILVA, D. F. APLICAÇÃO DO TESTE DE MANN-KENDALL PARA ANÁLISE DE TENDÊNCIA PLUVIOMÉTRICA NO ESTADO DO CEARÁ. **Revista de Geografia**, Pernambuco, v. 30, n. 3, p. 1-17, dez. 2013.

MARENGO, J.A.; ALVES, L.M.; BESERRA, E.; LACERDA, F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro, **in**: Medeiros, S. de S., Gheyi, H.R., Galvão, C. de O., Paz, V.P da S. (Orgs.). Recursos Hídricos e Regiões Áridas e Semiáridas. INSA, Campina Grande-PB, pp. 383- 416, 2011.

MEDEIROS, A. M. T.; BRITO, A. C. A seca no Estado da Paraíba–Impactos e ações de resiliência. **Parcerias Estratégicas**, v. 22, n. 44, p. 139-154, 2017.

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.

MOREIRA, E. **Mesorregiões e Microrregiões da Paraíba: Delimitação e Caracterização**. João Pessoa: GAPLAN, 1989. 64P.

NAGHETTINI, M.; PINTO, E. J. A. **Hidrologia estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007.

NETO, Reginaldo B.; SANTOS, Celso A. G.; SILVA, Richarde Marques da; GONÇALVES, Samir. Análise espacial da quantidade de dias secos e úmidos no estado da Paraíba. In: XIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 8., 2016, Aracajú. Anais [...] . **Aracajú**: Aba, 2016. p. 1-11.

NÓBREGA, José Nildo da; SANTOS, Carlos A. C. dos; GOMES, Oseas M.; BEZERRA, Bergson G.; BRITO, José Ivaldo B. de. Eventos extremos de precipitação nas mesorregiões da Paraíba e suas relações com a TSM dos oceanos tropicais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Campina Grande, v. 29, n. 2, p. 197-208, jun. 2014.

OTHMAN. ALI, Rawshan; RASHID ABUBAKER, Shadan. Trend analysis using mann-kendall, sen's slope estimator test and innovative trend analysis method in Yangtze river basin, china: review. **International Journal of Engineering & Technology**, [S.l.], v. 8, n. 2, p. 110-119, july 2019. ISSN 2227-524X. Available at: <<https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/29591>>.

PBMC, 2016: **Mudanças Climáticas e Cidades. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas** [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (Eds.)]. PBMC, COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 116p. ISBN: 978-85-285-0344-9.

PENEREIRO, J.C.; FERREIRA, D.H.L.; GARCIA, V.F.V. Statistical characterization of climate trends in anual series of average temperature and precipitation to the state capital of Brazil. **Revista Gestão, Inovação e Tecnologias**, [S.L.], v. 3, n. 4, p. 001-015, 13 dez. 2013. Centivens Institute of Innovative Research. <http://dx.doi.org/10.7198/s2237-0722201300040001>.

SANTOS, C. A. C. dos. **Estimativas e tendências de índices de detecção de mudanças climáticas com base na precipitação diária no Rio Grande do Norte e na Paraíba**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Programas de Pós-Graduação em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2006.

SANTOS, E. M dos. **Estudo da Variabilidade e Mudanças Climáticas na Região de Manaus**. Dissertação (Mestrado em Clima e Ambiente), Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2010.

SILVA, Lindenberglucena da. **Precipitações pluviiais da pré-estação chuvosa no período chuvoso e suas influências na produtividade agrícola da Paraíba**. 2007. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Meteorologia, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

SILVA, P. E. da; SANTOS E SILVA, C. M.; SPYRIDES, M. H. C.; ANDRADE, L. de M. B. Análise de Índices de Extremos Climáticos no Nordeste e Amazônia Brasileira para o período de 1980 a 2013. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 42 – 2, p. 137-148, 2019.

SILVA, R. O. B. da; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SOUZA, W. M. de. Tendências de mudanças climáticas na precipitação pluviométrica nas bacias hidrográficas do estado de Pernambuco. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 3, p. 579 - 589, 2017.

SILVESTRE, M. **Técnicas Estatísticas Utilizadas em Climatologia Geográfica: Diagnóstico e Propostas**. 2016. 408 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2016.

SINGH, D., TSIANG, M., RAJARATNAM, B., DIFFENBAUGH, N.S. Observed changes in extreme wet and dry spells during the South Asian summer monsoon season. **Nature Clim Change** 4, 456–461 (2014).

SOUZA, W. M.; AZEVEDO, P. V. Índices de Detecção de Mudanças Climáticas Derivados da Precipitação Pluviométrica e das Temperaturas em Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, n. 1, p. 143-159, 2012.

VALADARES, Diego Nunes; BARBOSA, Maria Emanuella Firmino; NÓBREGA, Wesley Ramos; SOUZA, Alexandre dos Santos. GEOMORFOLOGIA INTERAGINDO COM O CLIMA NO CENÁRIO DE DESASTRES ENVOLVENDO BARRAGENS NO ANO DE 2011, ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL. **Revista Geonorte**, v. 2, n. 4, p. 555-565, 2012.

YAMAMOTO, J.K. 2020. “**Análise, estatística e interpolação de dados geoespaciais**”. São Paulo, Gráfica Paulo’s. 308p.

ZHANG, X.; YANG, F. (2004) RCLimDex (1.0) - **User Manual. Climate Research Branch Environment Canada Downsview**, Ontario.

ZIN, W. Z. W., JAMALUDIN, S., DENI, S. M., JEMAIN, A. A. Recent changes in extreme rainfall events in Peninsular Malaysia: 1971 – 2005. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 99, p. 303-314, 2010.

ALGORITMOS EFICIENTES PARA PROBLEMAS DE ESCALONAMENTO DE TAREFAS

Lara di Cavalcanti Pontes¹; Carlos Vinícius Costa Neves²; Maria Battarra³; Anand Subramanian⁴.

RESUMO

Este trabalho é fruto da colaboração com uma grande empresa multinacional automobilística, que impõe dois tipos de cadência no sequenciamento de suas operações de montagem, para que tarefas com atributos mais exigentes não sejam alocadas próximas umas das outras. O objetivo é sequenciar o número máximo de tarefas consecutivas, respeitando as restrições mencionadas. O problema de sequenciamento é aqui formalizado e provado ser fortemente NP-completo. Uma formulação de programação inteira é proposta, bem como uma formulação que encontra uma sequência viável com dado número de tarefas, se assim existir. Esta última é utilizada em algoritmos de busca binária e iterativa, aprimorados pelos limites dual combinatório e primais combinatório e heurístico. Resultados computacionais revelaram melhor performance dos seguintes algoritmos: busca binária com limites dual combinatório e primal heurístico; e busca iterativa com limite dual combinatório. As instâncias que refletem as demandas da empresa são resolvidas na otimalidade em segundos.

Palavras-chave: Sequenciamento. Cadências. Programação Inteira. Algoritmos Exatos.

¹ larapontes@eng.ci.ufpb.br

² carlosneves@eng.ci.ufpb.br

³ mb2182@bath.ac.uk

⁴ anand@ci.ufpb.br, Modelos e Algoritmos para problemas de otimização combinatória/Algoritmos eficientes para problemas de escalonamento de tarefas, +55 61 3211-4000, atendimento@cnpq.br.

APRESENTAÇÃO

Linhas de montagem automobilística têm sido amplamente estudadas na literatura. Essa indústria persiste com sua histórica dependência às operações manuais, como reportado por Coffey e Thornley (2006). Dessa forma, a motivação e o bem-estar dos operários são de suma importância para a produtividade do setor, cuja carga trabalhista deve ser justa e factível.

Esta pesquisa foi inspirada a partir da colaboração com uma grande fábrica nacional de automóveis, que demanda diferentes níveis de mão de obra a depender do modelo produzido. Há, portanto, restrições de cadência associadas aos modelos, responsáveis por não sobrecarregar as estações de trabalho durante a linha de montagem. A empresa descreve conjuntos de políticas para realizar a alocação dos automóveis, as quais asseguram tempo suficiente entre as operações mais complexas. Determinado modelo de carro com certo atributo, por exemplo, precisa estar afastado, por pelo menos K posições, de qualquer modelo com o mesmo atributo. Outra possível cadência estabelece um número máximo de veículos consecutivos com dado atributo na sequência.

Atualmente, a empresa gera a sequência de forma manual, despendendo tempo e esforço de funcionários, para uma alocação pouco eficaz. Conforme provado na seção de fundamentação teórica, o problema é enquadrado na classe de problemas fortemente NP-completos. Sendo assim, a colaboração visa a desenvolver um algoritmo que o resolva automática e eficientemente.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Literatura

Este trabalho se enquadra na literatura do *car sequencing problem* (CSP), que explora restrições típicas da oficina de montagem da manufatura automobilística. Devido à heterogeneidade de carros quanto a componentes especiais que demandam mais mão de obra, como teto solar ou ar condicionado, são estabelecidas restrições de espaçamento entre os veículos com os mesmos componentes na linha de produção. O problema foi

originalmente definido por Parrello et al. (1986) e conta com uma série de penalidades progressivas para carros com componentes especiais alocados consecutivamente na sequência. Em publicações posteriores, todavia, essas restrições costumam ser simplificadas e descritas no formato p/q : para cada q carros consecutivos, no máximo p carros com dado componente especial são permitidos.

Além disso, o problema pode ser resolvido em sua versão de decisão, que determina se é possível sequenciar todos os carros respeitando todas as restrições de espaçamento (KIS, 2004), ou em sua versão de otimização, que minimiza as violações a essas restrições (BAUTISTA; PEREIRA; ADENSO-DÍAZ, 2007).

Solnon et al. (2008) apresentam uma boa revisão de literatura das versões clássicas do problema e também das produções decorrentes do *ROADEF challenge* de 2005. O tema dessa edição foi proposto pela fabricante de veículos Renault e tem o diferencial de incluir restrições não somente da oficina de montagem, mas também da oficina de pintura de automóveis. Carros com cores idênticas devem ser preferencialmente produzidos em série, minimizando o consumo de solventes.

O problema de escalonamento aqui exposto, nomeado problema de sequenciamento com restrições de cadência (PSC), difere do restante da literatura em dois aspectos: (i) conta com restrições, a partir deste ponto chamadas de cadências, somente do tipo p/q com $p = 1$ ou com $p = q - 1$, especificadas pelas políticas 1 e 2 definidas na seção seguinte; e (ii) busca maximizar a quantidade de carros alocados consecutivamente na sequência enquanto todas as cadências são respeitadas, em vez de minimizar violações. Essas particularidades são decorrentes do caso especial trazido pela empresa que é objeto de estudo desta pesquisa.

Finalmente, a fim de assegurar a generalidade dos métodos, carros serão referidos como tarefas nas próximas seções.

Definição do problema

As cadências se enquadram em um dos dois seguintes tipos de política. Política 1: dado um subconjunto de tarefas S , não mais que $C(S)$ tarefas do conjunto S podem ser alocadas consecutivamente em qualquer posição da sequência. Política 2: dado um

subconjunto de tarefas T , todas as tarefas em T devem ter, no mínimo, $A(T)$ tarefas não pertencentes a T afastando-as umas das outras na sequência.

Consideram-se, então, J como o conjunto de tarefas destinadas à alocação em uma estação e P como o conjunto de posições da sequência. Cada tarefa j pode ser atribuída a, no máximo, uma posição da sequência, bem como cada posição da sequência só pode hospedar, no máximo, uma tarefa. Posições vazias só são permitidas no final da sequência, isto é, proibem-se "buracos" na linha de produção. São dados o conjunto \mathcal{C} para a Política 1, em que cada $S \in \mathcal{C}$ é um subconjunto de tarefas associadas a um inteiro $C(S)$; e o conjunto \mathcal{A} para a Política 2, em que cada $T \in \mathcal{A}$ é um subconjunto de tarefas associadas a um inteiro $A(T)$. A tarefa $j \in J$ pode pertencer a nenhum, a um ou a vários conjuntos S e T .

Na versão de viabilidade do PSC, a ser explorada pelos algoritmos apresentados na seção de metodologia, o objetivo é determinar se existe alguma sequência com todas as posições atribuídas a exatamente uma tarefa. A versão de otimização, por sua vez, busca maximizar o número de tarefas alocadas.

Proposição 1. O PSC é fortemente NP-completo.

Demonstração: Para a redução, usa-se o *Exact Cover by 3-Sets problem* (X3C) (Karp, 1972): dado um conjunto X com $X = \{1, \dots, 3n\}$ e uma coleção $C = \{C_1, \dots, C_m\}$ de subconjuntos de X com 3 elementos, o objetivo é encontrar, se possível, uma subcoleção $C' \subseteq C$ tal que cada elemento em X está contido em exatamente um subconjunto de C' . A instância correspondente do PSC é definida como se segue:

1. $P = \{1, \dots, n\}, J = \{1, \dots, m\}$;
2. $T_i = \{j \in \{1, \dots, m\} \mid x_i \in C_j\}, A(T_i) = n + i, \forall i \in \{1, \dots, 3n\}$;
3. $\mathcal{A} = \{T_1, \dots, T_{3n}\}, \mathcal{C} = \emptyset$.

O tamanho da instância do X3C é $3m \log(3n) + \log n$.

Tanto as tarefas quanto as posições da instância do PSC podem ser representadas por números binários. Nessa codificação, os tamanhos de P e J são $n \log n$ e $m \log m$, respectivamente. Além disso, $|\mathcal{A}| = 3n$, e cada elemento em X pode estar contido em, no máximo, m subconjuntos. Logo, o tamanho de \mathcal{A} é limitado superiormente por $3mn \log m$

. Os valores das cadências variam de $n + 1$ a $n + 3n$, demandando, portanto, $3n \log(4n)$. Finalmente, o tamanho da instância do PSC é limitado superiormente por $n \log n + m \log m + 3mn \log m + 3n \log(4n)$.

Pode-se assumir, sem perda de generalidade, que $m \geq n$. Portanto, os tamanhos das instâncias se relacionam polinomialmente, e a transformação é polinomial. Além disso, o maior parâmetro numérico da instância do PSC é $\max_{i=1, \dots, 3n} A(T_i) = 4n$, que também está relacionado ao seu tamanho polinomialmente.

Suponha, agora, que nenhuma solução para uma determinada instância do X3C exista. Considere $C' = \{C_1, \dots, C_n\} \subseteq C$ uma subcoleção arbitrária de C , sendo $J' = \{1, \dots, n\}$ o conjunto de tarefas associadas a C' . Por definição, pelo menos um elemento $x_i \in X$ está contido em mais de um subconjunto em C' . Suponha, ainda, que C_1, \dots, C_k são os subconjuntos em C' que contêm tal elemento. Devido a 2 e 3, sabe-se que as tarefas $1, \dots, k$ estão contidas em T_i , e que $A(T_i) > n$. Já que as tarefas $1, \dots, k$ precisam estar separadas por pelo menos n posições, e que $|P| = n$, é impossível construir uma sequência com as tarefas de J' de modo a preencher todas as posições de P .

Suponha, por outro lado, que a subcoleção C' é uma solução válida para a instância do X3C, e que uma solução para a versão de viabilidade do PSC foi obtida iterando-se por cada $C_j \in C'$ e atribuindo a tarefa j a uma posição diferente de P . Suponha, por contradição, que existe um par de tarefas j_1 e j_2 na sequência tal que $j_1, j_2 \in T_i$ para algum i . Isso significa que existe um elemento $x_i \in X$ contido em C_{j_1} e C_{j_2} . Logo, C' não é uma solução para a instância do X3C. Portanto, a sequência construída é viável.

Uma lógica similar pode ser aplicada na ordem reversa (PSC \rightarrow X3C).

METODOLOGIA

Formulação matemática

Diferentes tarefas podem ter os mesmos atributos, logo as mesmas cadências, o que as torna intercambiáveis na alocação. A fim de garantir uma melhor formulação, define-se o conceito de famílias: agrupamentos dessas tarefas semelhantes. \mathcal{F} é uma partição de J em conjuntos $F \subseteq J$ de tarefas que pertencem à mesma família. I é o

conjunto de índices de \mathcal{F} , com os subconjuntos $I_S \subseteq I$ e $I_T \subseteq I$ para cada $S \in \mathcal{C}$ e $T \in \mathcal{A}$. I_S contém os índices das famílias com a cadência $C(S)$, e I_T contém os índices das famílias com a cadência $A(T)$. Considerando tais definições e utilizando a variável binária x_{ip} , que assume valor 1 quando alguma tarefa da família de índice $i \in I$ está na posição $p \in P$, e 0 caso contrário, propõe-se a seguinte formulação para a versão de otimização.

$$\max \sum_{i \in I} \sum_{p \in P} x_{ip} \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{p \in P} x_{ip} \leq |F_i| \quad i \in I \quad (2)$$

$$\sum_{i \in I} x_{ip} \leq 1 \quad p \in P \quad (3)$$

$$\sum_{i \in I_S} \sum_{p'=p}^k x_{ip'} \leq C(S) \quad k = \min\{p + C(S), |P|\}, p \in P, S \in \mathcal{C} \quad (4)$$

$$\sum_{i \in I_T} \sum_{p'=p}^k x_{ip'} \leq 1 \quad k = \min\{p + A(T), |P|\}, p \in P, T \in \mathcal{A} \quad (5)$$

$$\sum_{i \in I} x_{ip+1} \leq \sum_{i \in I} x_{ip} \quad p \in P, p \neq |P| \quad (6)$$

$$x_{ip} \in \{0,1\} \quad i \in I, p \in P. \quad (7)$$

A função objetivo maximiza o número de tarefas alocadas. As restrições (2) e (3) asseguram que a demanda de cada família não é ultrapassada, e que cada posição hospeda, no máximo, uma tarefa. As restrições (4) e (5) satisfazem as políticas 1 e 2. As restrições (6) forçam posições vazias para o final da sequência. Por fim, as restrições (7) definem a natureza das variáveis x_{ip} .

Para a versão de viabilidade, não há função objetivo, tendo em vista que não ocorrerá otimização. As restrições (3) são substituídas pelas restrições (8), e as restrições (6) podem ser dispensadas, já que as restrições (8) impõem a ocupação de todas as posições, impossibilitando posições vazias em qualquer solução viável por consequência.

$$\max 0 \quad (8)$$

Sujeito a:

$$\sum_{i \in I} x_{ip} = 1 \quad p \in P \quad (9)$$

(2), (4), (5), (7).

Algoritmos exatos

Nas próximas seções, apresentam-se dois algoritmos exatos de verificação de viabilidade, são esses as buscas binária e iterativa, bem como limites superior e inferior válidos, utilizados em ambas as estratégias.

Limite superior válido

Para todo $U_i \in \mathcal{U} = \mathcal{A} \cup \mathcal{C} = \{U_1, \dots, U_k\}$, considere $V_i \subseteq U_i$ como o subconjunto de tarefas associadas que não estão alocadas na solução ótima. Embora não seja possível determinar os elementos de V_i a priori, é possível calcular um limite inferior Y para $\left| \bigcup_{i=1}^k V_i \right|$, e com isso, obter o limite superior válido $|J| - Y$. Para isso, utilizou-se o conceito de "sobra", definida como o número de tarefas em um conjunto (U) que não cabem em nenhuma solução viável devido à Política 1 (se $U_i \in \mathcal{C}$) ou à Política 2 (se $U_i \in \mathcal{A}$). Dado um conjunto $U_i \in \mathcal{U}$, sua sobra é obtida pela Equação (10):

$$sobra(U_i) = \begin{cases} \max \left\{ 0, |U_i| - \left\lceil \frac{C(U_i) \times |P|}{C(U_i) + 1} \right\rceil \right\} & \text{se } U_i \in \mathcal{C}, \\ \max \left\{ 0, |U_i| - \left\lceil \frac{|P|}{A(U_i) + 1} \right\rceil \right\} & \text{se } U_i \in \mathcal{A}. \end{cases} \quad (10)$$

Baseando-se nisso, uma maneira de estimar Y é proposta a partir do conjunto de variáveis:

$$Z_i = \begin{cases} sobra(U_i) & \text{se } i = 1, \\ \max \left\{ 0, sobra(U_i) - \sum_{j=1}^{i-1} \min \{ Z_j, |U_i \cap U_j| \} \right\} & \text{caso contrário.} \end{cases}$$

Proposição 2. $Y = \sum_{i=1}^k Z_i \leq \left| \bigcup_{i=1}^k V_i \right|$

Demonstração: Utiliza-se indução no número de conjuntos em \mathcal{U} . Para o caso base, $\mathcal{U} = \{U_1\}$, e o valor retornado pela fórmula é $sobra(U_1) \leq |V_1|$. Para a hipótese de indução, considere que existem conjuntos W_1, \dots, W_k , disjuntos dois a dois, tais que $\forall i = 1, \dots, k, W_i \subseteq V_i, Z_i = |W_i|$. Se a propriedade persistir ao adicionar um conjunto

U_{k+1} a \mathcal{U} , a soma das variáveis Z_i será $\sum_{i=1}^{k+1} Z_i = \left| \bigcup_{i=1}^{k+1} W_i \right| \leq \left| \bigcup_{i=1}^{k+1} V_i \right|$

Se $Z_{k+1} = 0$, segue que $W_{k+1} = \emptyset \subseteq V_{k+1}$. Por outro lado, se $Z_{k+1} > 0$, então $Z_{k+1} = sobra(U_{k+1}) - \sum_{i=1}^k \min\{|U_i \cap U_{k+1}|, Z_i\} \leq |V_{k+1}| - \sum_{i=1}^k \min\{|U_i \cap U_{k+1}|, Z_i\}$.

Posto isso, considere o conjunto $\Omega = V_{k+1} \setminus \left(\bigcup_{i=1}^k W_i \right)$, cuja cardinalidade é $|\Omega| = |V_{k+1}| - \sum_{i=1}^k |V_{k+1} \cap W_i|$.

Já que $Z_i = |W_i| \geq |V_{k+1} \cap W_i|$ e $|U_i \cap U_{k+1}| \geq |V_{k+1} \cap W_i|$ para todo $i = 1, \dots, k$, tem-se que $Z_{k+1} \leq |\Omega|$. Portanto, há pelo menos um conjunto $W_{k+1} \subseteq \Omega$ tal que $\forall i = 1, \dots, k, W_{k+1} \cap W_i = \emptyset, |W_{k+1}| = Z_{k+1}$.

□

Limite inferior válido

Novas tarefas podem ser facilmente adicionadas a uma dada sequência viável desde que: (i) haja espaço suficiente entre essas quando posicionadas na sequência – de forma a não violar suas restrições de cadência – e (ii) suas cadências não conflitem com as já presentes na sequência. Logo, um procedimento para computar um limite inferior válido iterativamente é proposto. Dado

$$\beta(U) = \begin{cases} 1/C(U) & \text{if } U \in \mathcal{C}, \\ A(U) & \text{if } U \in \mathcal{A}, \end{cases}$$

define-se $\alpha(j) = \max \{ \max_{U \in \mathcal{U}, j \in U} \beta(U), 0 \}$ como uma pontuação associada à cadência mais restritiva da tarefa $j \in J$. Adicionalmente, define-se $M(h) = \{ j \in J \mid \alpha(j) = h \}$ como o conjunto de tarefas cuja pontuação é h . Para fins de simplificação, α é utilizado

tanto com tarefas quanto com conjuntos M intercambiavelmente (i.e. $j \in M \implies \alpha(M) = \alpha(j)$). Por fim, denota-se $\Pi_M = M_0, \dots, M_{|\mathcal{U}|}$ como a permutação de conjuntos M tais que $\alpha(M_k) < \alpha(M_{k+1})$ para todo $k = 0, \dots, |\mathcal{U}| - 1$, enquanto $\Pi_U = U_1, \dots, U_{|\mathcal{U}|}$ é a permutação dos conjuntos em \mathcal{U} tais que $\alpha(M_k) = \beta(U_k)$.

O limite inferior é computado recursivamente por meio do conjunto de variáveis L_k , que são calculadas de acordo com Equação (11). Além disso, para acompanhar quantas tarefas do conjunto $U_{k'}$, $k' \in \{0, \dots, |\mathcal{U}|\}$, estão dentro da solução até a iteração k , o conjunto de variáveis $dentro_{k',k}$ é definido pela Equação (12).

$$L_k = \begin{cases} |M_k|, & \text{if } k = 0, \\ L_{k-1} + \max\{\min\{\lceil L_{k-1}/\alpha(M_k) \rceil, |M_k|\}\} \\ - \sum_{k'=1}^{k-1} \min\{|M_k \cap U_{k'}|, dentro_{k',k}\}, & \text{if } k > 0. \end{cases} \quad (11)$$

$$dentro_{k',k} = \begin{cases} \min\{\lceil L_{k-1}/\alpha(M_k) \rceil, |M_k|\}, & \text{if } k' = k, \\ dentro_{k',k-1} + \min\{\lceil L_{k-1}/\alpha(M_k) \rceil, |M_k \cap U_{k'}|\}, & \text{if } 1 \leq k' < k. \end{cases} \quad (12)$$

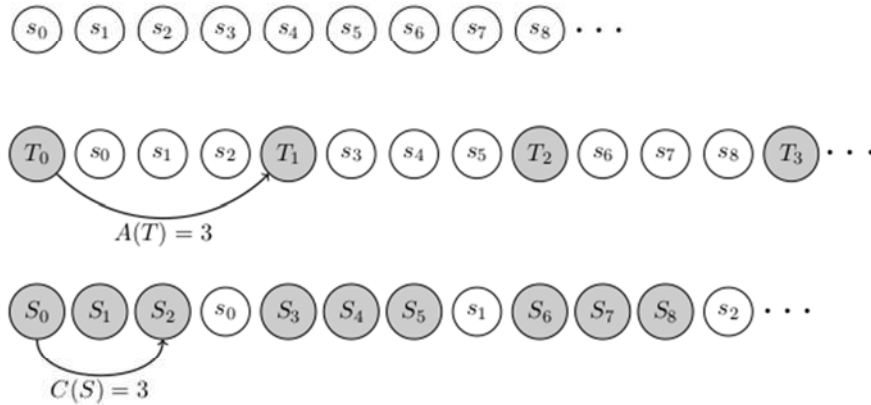
Proposição 3. $L_{|\mathcal{U}|}$ é um limite inferior válido.

Demonstração: A prova é baseada na noção de que, para cada k , é possível construir uma nova solução s_k inserindo-se tarefas de M_k de uma maneira específica em uma solução prévia. Nesse sentido, utiliza-se indução em k . Para o caso base $k = 0$, uma sequência com todas as tarefas de M_0 pode ser facilmente construída a partir do sequenciamento dessas em qualquer ordem, já que não possuem cadências associadas. Logo, $L_0 = |M_0|$ é um limite inferior válido.

Para o passo indutivo, são considerados s_{k-1} , como uma sequência que contém L_{k-1} tarefas de $\bigcup_{k'=0}^{k-1} M_{k'}$, com $k > 0$, e $dentro_{k',k-1} \forall k' = 0, \dots, k-1$, como um limite superior para o número de tarefas de $U_{k'}$ que estão dentro de s_{k-1} . Se $M_k \cap \bigcup_{k'=0}^{k-1} M_{k'} = \emptyset$, o número de tarefas de M_k que podem ser adicionadas a s_{k-1} enquanto o espaçamento determinado por sua cadência mais restritiva é respeitado é $\min\{\lceil L_{k-1}/\alpha(M_k) \rceil, |M_k|\}$.

Isso pode ser observado na Figura 1, que ilustra as duas formas de se intercalar as tarefas em s_{k-1} com as de M_k , a depender da política correspondente à cadência mais restritiva.

Figura 1 - As duas formas de intercalar tarefas dependendo da sua política associada.



Supondo que existe pelo menos um conjunto $U_{k'}$ tal que $M_k \cap U_{k'} \neq \emptyset$, $k' < k$, conclui-se que tarefas em s_{k-1} podem compartilhar a cadência associada a $U_{k'}$ com tarefas de M_k . Como no máximo $dentro_{k',k-1}$ tarefas de $U_{k'}$ estão em s_{k-1} , é seguro afirmar que subtrair $\min\{|M_k \cap U_{k'}|, dentro_{k',k-1}\}$ do total de novas tarefas adicionadas elimina os conflitos decorrentes do compartilhamento da mesma cadência.

Agora, supondo uma nova solução s_k , construída pela adição de $L_k - L_{k-1}$ tarefas de M_k a s_{k-1} , e o número X de tarefas de $U_{k'} \forall k' = 0, \dots, k-1$ adicionadas a s_{k-1} para formar s_k , então $X \leq \lceil L_{k-1}/\alpha(M_k) \rceil$.

Por isso, $dentro_{k',k} = dentro_{k',k-1} + \min\{\lceil L_{k-1}/\alpha(M_k) \rceil, |M_k \cap U_{k'}|\}$ é um limite superior válido para o número de tarefas de $U_{k'}$ adicionadas a s_k . Finalmente, $dentro_{k,k} = \min\{\lceil L_{k-1}/\alpha(M_k) \rceil, |M_k|\}$ é a quantidade máxima de posições em s_k que podem ser ocupadas por tarefas de M_k , quando espaçadas como na Figura 1. Assim, esse é um limite máximo para o número de tarefas de U_k adicionadas a s_k .

□

Busca binária

A busca binária estabelece dois limites, um máximo e um mínimo. O máximo pode ser trivial, igual ao número de tarefas da instância, ou o apresentado na seção de limite superior válido. O mínimo, por sua vez, pode ser trivial, igual a uma tarefa, o combinatório, descrito na seção de limite inferior válido, ou a solução primal retornada pela heurística, presente na seção seguinte a esta de algoritmos exatos. A cada iteração, é calculada a média entre os dois limites (arredondada para cima), e se verifica a viabilidade de alocar tal quantidade de tarefas na sequência. Se sim, esse valor se torna o novo limite mínimo. Caso contrário, o limite máximo assume o valor subtraído de um. O processo continua até que os dois limites sejam iguais ou até alcançar o tempo limite.

Busca iterativa

O segundo algoritmo exato utiliza uma abordagem iterativa. Dado um limite mínimo ou um limite máximo, ambos semelhantes aos utilizados pela busca binária, é feita, iterativamente, a verificação de viabilidade de mais uma ou de menos uma tarefa alocada na sequência. Para o incremento partindo de um limite inferior, o critério de parada é a comprovação de inviabilidade com o limite inferior de posições acrescido de um. Em contraste, no decremento, que parte do limite superior, o critério é o encontro de uma solução viável com o limite superior de posições vigente, atualizado a partir da comprovação de inviabilidade da alocação com o limite superior precedente. Pode haver interrupção nas buscas antes de concluídas caso o tempo limite seja alcançado.

Método heurístico

O algoritmo proposto é baseado na meta-heurística *Iterated Local Search* (ILS) (LOURENÇO et al., 2019). Primeiramente, a solução inicial s é obtida por um processo construtivo aleatório, resumido à escolha aleatória, dentre as opções viáveis, da próxima tarefa a ser adicionada à sequência. A alocação continua até que, após atualizada, a lista de candidatos viáveis esteja vazia. Em seguida, inicia-se a busca local iterada com a inserção gulosa de tarefas na solução. Começando por uma posição aleatória da sequência, insere-se o maior número de tarefas em cada posição da solução. Por fim, a etapa de perturbação alterna entre a remoção de n tarefas da solução e a troca da posição de duas

tarefas na sequência (*swap*) até n vezes. Em ambos os casos, $n = \min\{\text{tamanho}(s)/2, |J|/15\}$. O número máximo de iterações sem melhora na busca local é $2 \times |J|$, e o algoritmo é *multi-start*, reiniciando 25 vezes. Todos os parâmetros foram calibrados por meio de testes computacionais.

Algoritmo 1 - Busca local iterada para o SPC.

Algorithm 1: ILS_{SPC}()

```

1  $s^* \leftarrow \emptyset$ 
2 for  $i \leftarrow 1, \dots, 25$  do
3    $s \leftarrow \text{Construção}()$ 
4   if  $\text{tamanho}(s) = |J|$  then
5     return  $s$ 
6    $s' \leftarrow s$ 
7    $iterILS \leftarrow 0$ 
8   while  $iterILS < 2 \times |J|$  do
9      $s \leftarrow \text{Inserção}(s)$ 
10    if  $\text{tamanho}(s) > \text{tamanho}(s')$  then
11       $s' \leftarrow s$ 
12      if  $\text{tamanho}(s') = |J|$  then
13        return  $s'$ 
14       $IterILS \leftarrow 0$ 
15       $s \leftarrow \text{Perturbação}(s', \min\{\text{tamanho}(s')/2, |J|/15\})$ 
16       $iterILS \leftarrow iterILS + 1$ 
17    if  $\text{tamanho}(s') > \text{tamanho}(s^*)$  then
18       $s^* \leftarrow s'$ 
19 return  $s^*$ 

```

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as instâncias foram resolvidas usando apenas um núcleo de um processador Intel Xeon E5-2650 com 128 GB de RAM e sistema operacional Ubuntu 16.04. Estipulou-se tempo limite de 600 segundos por instância. As formulações propostas foram implementadas na linguagem C++, e o resolvidor de programação linear inteira adotado foi o CPLEX versão 12.9.

Nesta seção, são apresentados o processo de obtenção das instâncias e os resultados computacionais das combinações dos métodos exatos com limites superiores e inferiores variados.

Instâncias

As instâncias, divididas em quatro grupos, estão hospedadas em <https://github.com/laradicp/scheduling-with-cadences/tree/main/instances>. O grupo A equivale às 193 instâncias originais coletadas na empresa. Esse grupo foi modificado por meio da adição de uma nova cadência, gerando os demais grupos de acordo com a quantidade máxima permitida de tarefas por família. Os grupos B, C e D permitem até 8, 4 e 2 tarefas por família, respectivamente, desde que ainda haja combinações distintas de cadência para gerar novas famílias. Por forçar mais famílias em cada instância, o grupo D se mostra o mais desafiador.

Versões

Cada versão dos métodos propostos foi gerada de acordo com as possíveis combinações de limites máximos e mínimos. Para os limites máximos, foram considerados o combinatório, descrito na seção de limite superior válido da metodologia, e o trivial, isto é, $|P| = |J|$. Os limites mínimos compreenderam o combinatório, apresentado na seção de limite inferior válido da metodologia, a solução primal retornada pela heurística e $|P| = 1$ como trivial. A busca binária assumiu esses limites dois a dois e sempre retornou soluções primais, enquanto a iterativa recebeu ou um limite máximo, retornando uma solução dual, ou um limite mínimo, retornando uma solução primal.

RESULTADOS COMPUTACIONAIS

Para fins de sumarização, são reportados os resultados apenas dos limites isolados e das versões que tiveram a melhor performance para cada tipo de *output*.

Na Tabela 1, cada coluna representa o seguinte: #primal é a quantidade de instâncias que retornou uma solução primal; #ótimo é a quantidade de instâncias que achou o valor ótimo, mesmo que não comprovado; output indica se o método retorna um dual ou um primal; gap é o *gap* calculado em relação ao melhor dual se o *output* for primal, e em relação ao melhor primal se o *output* for dual; T é o tempo médio, em segundos, de

todas as instâncias; e T_p é o tempo médio, em segundos, das execuções em que o ótimo foi provado.

Analisando a tabela, pode-se observar que, nos conjuntos A e B, ambas as buscas alcançaram o valor ótimo de todas as instâncias. Já nos conjuntos C e D, a busca binária mais eficiente conta com limite máximo trivial ou combinatório e limite mínimo heurístico. A busca iterativa com limites máximos, por sua vez, performou melhor no quesito otimalidade, apesar da lacuna em soluções primais. O modelo de otimização teve a pior performance em todos os grupos.

Tabela 1 - Performance dos algoritmos exatos em cada grupo de instâncias.

busca	limite máx.	limite mín.	#primal	#ótimo	output	gap (%)	T (s)	T_p (s)	grupo
-	combinatório	-	193	0	primal	81.96	0.00	-	A
-	heurístico	-	193	189	primal	0.02	0.23	0.16	
-	-	combinatório	0	180	dual	0.40	0.00	0.00	
binária	heurístico	combinatório	193	193	primal	0.00	0.29	0.29	
iterativa	-	combinatório	193	193	dual	0.00	0.26	0.26	
	modelo de otimização		193	191	dual	0.01	10.59	4.42	
-	combinatório	-	193	0	primal	110.64	0.00	-	B
-	heurístico	-	193	176	primal	0.06	0.97	0.29	
-	-	combinatório	0	169	dual	0.30	0.00	0.00	
binária	heurístico	combinatório	193	193	primal	0.00	4.34	4.34	
iterativa	-	combinatório	193	193	dual	0.00	7.18	7.18	
	modelo de otimização		193	175	dual	0.16	69.79	15.24	
-	combinatório	-	193	0	primal	141.25	0.00	-	C
-	heurístico	-	193	120	primal	0.33	6.31	0.82	
-	-	combinatório	0	144	dual	0.37	0.00	0.00	
binária	heurístico	trivial	193	187	primal	0.02	68.91	51.86	
iterativa	-	combinatório	192	192	dual	0.01	60.02	57.21	
	modelo de otimização		192	153	dual	0.30	195.37	89.51	
-	combinatório	-	193	0	primal	168.12	0.00	-	D
-	heurístico	-	193	9	primal	1.99	21.12	5.26	
-	-	combinatório	0	20	dual	1.59	0.00	0.00	
binária	heurístico	combinatório	193	134	primal	0.35	310.77	183.29	
iterativa	-	combinatório	156	168	dual	0.10	280.76	233.21	
	modelo de otimização		152	30	dual	1.33	553.36	297.97	

A heurística se mostrou de suma importância para a obtenção de soluções primais de qualidade nas instâncias difíceis, e a presença de um processo adicional não impactou negativamente o tempo em relação às demais versões presentes em <https://github.com/laradicp/scheduling-with-cadences/tree/main/results>.

Vale salientar que as linhas de produção registradas pela empresa, cujas demandas geraram o conjunto A, violaram as políticas 1 ou 2 uma média de 16,08 vezes por instância, além do tempo despendido para gerar a solução de forma manual. Tais

violações sobrecarregam o processo de fabricação e, por conseguinte, os trabalhadores indevidamente, visto que esta colaboração foi capaz de encontrar o ótimo de todas as instâncias, em poucos segundos e de forma automatizada.

CONCLUSÕES

Este trabalho introduziu o problema de sequenciamento com restrições de cadência, que foi provado ser fortemente NP-completo em sua versão de decisão. Para resolvê-lo, foi proposto um modelo matemático, bem como algoritmos exatos e uma abordagem heurística. Foram desenvolvidos também procedimentos para computar limites dual e primal válidos, juntamente ao limite primal fornecido pela heurística, nos algoritmos exatos baseados em busca binária e busca iterativa.

Como se observa na seção anterior, a combinação do limite máximo combinatório com o limite mínimo heurístico resulta na versão mais eficiente de busca binária. Em contrapartida, a busca iterativa partindo de limite máximo foi responsável por encontrar o maior número de soluções ótimas em todos os grupos. A desvantagem desse método, no entanto, é a sua confiabilidade reduzida em retornar soluções primais. Em síntese, o problema foi resolvido com completa eficácia para as instâncias reais da empresa, e as estratégias destacadas tiveram desempenho satisfatório em todos os grupos.

Perspectivas

Esta pesquisa definiu uma nova função objetivo para um problema previamente estudado na literatura, possibilitando a abertura de um leque distinto de contribuições nesse campo. Além disso, desenvolveu algoritmos heurísticos e exatos eficientes para a resolução de uma aplicação prática real, oferecendo um caminho comprovadamente eficaz para automatizar sequenciamentos semelhantes aos da empresa estudada. Por fim, na própria empresa, tanto as horas de esforço demandadas para o escalonamento manual das linhas de produção, quanto a sobrecarga de funcionários e máquinas, devido à má qualidade das soluções geradas, poderão ser poupadas a partir da implementação dos métodos aqui apresentados.

REFERÊNCIAS

COFFEY, D.; THORNLEY, C. Automation, motivation and lean production reconsidered. *Assembly Automation*, v. 26, n. 2, p. 98–103, abr. 2006.

BAUTISTA, J.; PEREIRA, J.; ADENSO-DÍAZ, B. A Beam Search approach for the optimization version of the Car Sequencing Problem. *Annals of Operations Research*, v. 159, n. 1, p. 233–244, 4 dez. 2007.

KIS, T. On the complexity of the car sequencing problem. *Operations Research Letters*, v. 32, n. 4, p. 331–335, jul. 2004.

PARRELLO, BRUCED.; KABAT, WALDOC.; WOS, L. Job-shop scheduling using automated reasoning: A case study of the car-sequencing problem. *Journal of Automated Reasoning*, v. 2, n. 1, 1986.

RAMALHINHO LOURENÇO, H.; MARTIN, O.; STÜTZLE, T. Iterated Local Search: Framework and Applications. In: GENDREAU, M.; POTVIN, J. *Handbook of Metaheuristics*. Springer International Publishing, 2019. p. 129-168.

SOLNON, C. et al. The car sequencing problem: Overview of state-of-the-art methods and industrial case-study of the ROADEF'2005 challenge problem. *European Journal of Operational Research*, v. 191, n. 3, p. 912–927, dez. 2008.

CIÊNCIAS HUMANAS

QUESTÕES RACIAIS NAS OBRAS LITERÁRIAS DE MACHADO DE ASSIS: “MEMÓRIAS PÓSTUMAS DE BRÁS CUBAS” E “MEMORIAL DE AIRES”

Ana Júlia Neves Barbosa¹ Telma Dias Fernandes²

RESUMO

O projeto de iniciação científica ao qual esta pesquisa se vincula apresenta como intuito a análise das questões raciais presentes em diversas obras da literatura brasileira. O objetivo desta pesquisa, em particular, é discutir as questões raciais no Brasil da segunda metade século XIX e início do XX, tendo como fonte as obras literárias “Memórias Póstumas de Brás Cubas” e “Memorial de Aires”, produzidas pelo escritor Machado de Assis, e analisar como, em momentos específicos da nossa história, o racismo foi interpretado em exemplos da narrativa literária. Através da leitura de obras literárias e teóricas e com base nos debates realizados, torna-se evidente que ambas as produções, dotadas de ironias e sátiras, perpetuam o posicionamento do escritor, um homem negro, para com as injustiças sociais vividas em sua época. Assis critica a elite brasileira que, em um contexto pós-abolição, se negou a combater as consequências do racismo, perpetuando-o ainda mais.

Palavras-chave: Literatura. Machado de Assis. Racismo. Século XIX.

¹ ajnb@academico.ufpb.br

² telmadiasfernandes@gmail.com. História, arte e política: interlocuções. O Plano de trabalho desta pesquisa, ou seja, sobre questões raciais em Machado de Assis, vinculou-se à modalidade PIVIC, não contou com bolsa.

APRESENTAÇÃO

O presente texto integra um projeto de iniciação científica, cujo objetivo foi analisar como questões raciais aparecem em alguns textos literários brasileiros de diferentes periodizações. Foram objeto de análise obras de Machado de Assis, Lima Barreto, Rachel de Queiroz, João Cabral de Melo Neto, Carolina Maria de Jesus e Conceição Evaristo. Além disso, o projeto propunha identificar também o estilo literário de cada produção, os perfis das personagens negras, avaliando seu local ocupado na trama, e os conceitos políticos presentes.

Toda obra literária possui marcos, registros do tempo histórico em que seu autor vivenciou a escrita do material. Partindo desse pressuposto, a literatura serve como fonte e permite que a história faça uso de seu conteúdo e forma narrativa para análises de movimentos socioculturais especificados em cada leitura. No contexto dos escritos de Machado de Assis³, dos momentos finais do século XIX e início do século XX, a análise levantada, dentro de muitas outras possíveis, é aquela que focaliza as questões raciais.

O Brasil foi o último país ocidental a abolir oficialmente a escravatura. Portanto, até o ano de 1888⁴, as questões raciais mais latentes giravam em torno da escravidão. Diante disso, as obras aqui analisadas, “*Memórias Póstumas de Brás Cubas*” e “*Memorial de Aires*”, são permeadas de discussões raciais a respeito dos escravizados e do olhar social que a escravidão recebia. A pesquisa segue a linha de relação entre os temas aqui dispostos, e como é possível pensar uma análise histórica, sobretudo quanto às questões raciais da literatura machadiana.

As principais leituras que contribuíram para o desenrolar da pesquisa foram os seguintes textos: “*O Espaço Literário*”, “*Contra a Interpretação*”, “*Machado de Assis Historiador*” e “*Racismo Estrutural*”.

³ Machado de Assis foi um escritor brasileiro do século XIX, considerado por muitos estudiosos o maior nome da literatura nacional. Suas obras mais conhecidas são, dentre outras, Dom Casmurro e Memórias Póstumas de Brás Cubas. Foi fundador da cadeira número 23 da Academia Brasileira de Letras, e eleito seu primeiro presidente, cargo que assumiu durante 10 anos.

⁴ A Lei Áurea foi a lei responsável por extinguir a escravidão no Brasil em 13 de maio de 1888.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da pesquisa, em um primeiro momento, objetivando estabelecer um panorama geral acerca do tema, pesquisas prévias sobre o contexto sócio-histórico de cada autor selecionado foram realizadas. A leitura conjunta de parte das obras dos autores com os demais integrantes desta pesquisa também ocorreu, tendo em vista a necessidade de perceber as diferentes linhas de pensamento de cada autor e autora. Foram lidos: “*Memórias Póstumas de Brás Cubas*” e “*Memorial de Aires*”, de Machado de Assis; “*Triste Fim de Policarpo Quaresma*” e “*Recordações do Escrivão Isaías Caminha*”, de Lima Barreto; “*O Quinze*” e “*Memorial de Maria Moura*”, de Rachel de Queiroz; “*O Cão Sem Plumas*” e “*Morte e Vida Severina*”, de João Cabral de Melo Neto; “*Quarto de Despejo*”, de Carolina Maria de Jesus, e “*Insubmissas Lágrimas de Mulheres*”, de Conceição Evaristo. Ao final de cada leitura, discutimos em grupo as nossas primeiras impressões.

Em uma segunda fase, também foram lidos textos e outras obras de apoio, com a finalidade de complementar a pesquisa e seu desenvolvimento, como o livro *Machado de Assis Historiador*, de Sidney Chalhoub, para uma análise de como se dá a relação de trabalho entre literatura e história; o texto *A Obra e a Comunicação*, de Maurice Blanchot, do seu livro *O espaço literário e Contra a Interpretação*, de Susan Sontag, para fomentar o debate a respeito da obra literária e suas formas e intenções; e *Racismo Estrutural*, de Silvio Almeida, objetivando um olhar aprofundado nas questões raciais brasileiras.

A partir de então, em um terceiro momento, encontros individuais foram realizados, com o intuito de nos aprofundarmos nas especificidades do tema de cada orientanda/o

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Memórias Póstumas de Brás Cubas

Lançado a princípio em formato de folheto no ano de 1880, e depois publicado como livro no ano seguinte (1881), *Memórias Póstumas de Brás Cubas* marcou não apenas uma nova fase na carreira literária de Machado de Assis, como também uma nova fase na

literatura nacional, rompendo com a tradição e a forma de escrita linear até então encontrada nas obras nacionais românticas, a história do defunto autor inaugurou o gênero do realismo em nosso país.

O livro trata de uma figura peculiar, até então jamais pensada na literatura nacional: o narrador da obra, Brás Cubas, como mencionado anteriormente, é um defunto autor – morto, está a escrever suas memórias. E, justamente pelo fato de estar morto, não tem escrúpulos para falar aquilo que pensa. É através desse tom de *galhofa* que Machado de Assis cria a ambientação para o personagem. Cubas vai narrar sua apática vida: “Não alcancei a celebridade do emplasto, não fui ministro, não fui califa, não conheci o casamento. [...] Não tive filhos, não transmiti a nenhuma criatura o legado da nossa miséria.” (ASSIS, 2014, p. 356)

Mesmo sem ser dotada de grandes eventos, a obra tona-se marcante em razão de seu estilo e de seu tom. Podemos observar uma narração da elite social brasileira do século XIX através da voz de Brás Cubas. O tempo ficcional que o livro cobre vai de 1805 até 1869, anos de nascimento e morte do defunto autor; ou seja, Machado de Assis elabora um retrato da sociedade brasileira na qual ele se inseria (1880), mas contextualiza-a, no mínimo, 20 anos antes. Assim, dotado de ironia, Machado levanta pautas raciais principalmente através do advento da escravidão, ainda legalizado no período descrito.

Brás Cubas, personagem nascido na elite brasileira oitocentista, escreve reconhecendo seu lugar de privilégios dentro da sociedade – ainda que apresente uma falsa árvore genealógica, e, na ambição de seu pai em vê-lo tornar-se detentor de um futuro brilhante, podemos enxergar que sua fonte de privilégios se dá através de falsificações históricas. (CHALHOUB, 2003 p. 99). Logo no começo da obra, Brás conta que, quando criança, era conhecido por “menino diabo”:

Por exemplo, um dia quebrei a cabeça de uma escrava, porque me negara uma colher do doce de coco que estava fazendo, e, não contente com o malefício, deitei um punhado de cinza no tacho, e não satisfeito da travessura, fui dizer à minha mãe que a escrava é que estragara o doce ‘por pirraça’; e eu tinha apenas seis anos. (ASSIS, 2014, p. 62)

A partir desse trecho, temos o primeiro contato direto com a confirmação de que, bem como os demais integrantes da elite do Segundo Reinado, a família Cubas, desde a infância de Brás, era dona de escravizados. Para além disso, podemos notar também como

a educação de uma criança ia se montando a partir dos pilares da escravização, ou seja, como uma criança ia aprendendo a ser escravagista, e como essa educação enviesava o tratamento desumano para com os escravizados. A criança da casa grande aprendia a se comportar dessa forma através dos mínimos inconvenientes para si: por causa de uma negação de uma colher de doce.

Com isso, Machado de Assis deixa claro e saltitante aos olhos do leitor as injustiças para com a população negra escravizada. Ele traça um diálogo que, escrito sob a perspectiva de uma elite, torna-se extremamente naturalizado para seu narrador, mas não para o leitor – especialmente para nós, leitores do século XXI. Ao lermos tais trechos, conseguimos perceber os absurdos da relação senhorial.

Em seu *Machado de Assis Historiador*, Sidney Chalhoub vai apontar questões do paternalismo como extremamente presentes na formação do pensamento político de dominação senhorial da época, e perpetuado nas *Memórias*. Isso encuba no pressuposto que Brás deixa a entender que diversos eventos e personagens se justificam apenas por seus caprichos ou necessidades. (CHALHOUB, 2003, p. 75) Com isso, podemos pontuar a relação do personagem com seus escravizados, que muitas vezes aparecem de maneira subjetiva no texto, sem uma devida citação direta da existência destes em seu lar, como observamos no trecho: “[...] lavaram-se, arearam-se, poliram-se as salas, escadas, castiçais, arandelas, as vastas mangas de vidro, todos os aparelhos do luxo clássico.” (ASSIS, *apud* CHALHOUB, 1881, p. 67). Afinal, é subliminar perceber quem realizou tais tarefas.

Para além disso, podemos observar essas mesmas relações paternalistas se desenvolvendo ainda no episódio do tacho de doce: mesmo que aqui seja explícito que uma escravizada estava a preparar o alimento, Brás descreve sua “façanha infantil” sob uma perspectiva de que ele deveria ser servido o tempo todo, e que suas ordens deveriam ser recebidas sempre, porque ele está em um nível “superior”; logo, esta seria a razão pela qual ele se comportou de tal maneira.

Sobre a naturalização desse tipo de comportamento racista, Silvio Almeida, em seu livro *Racismo Estrutural*, traz a seguinte constatação:

[...] o racismo, enquanto processo político e histórico, é também um processo de constituição de subjetividades, de indivíduos cuja consciência e afetos estão de algum modo conectados com as práticas sociais. (ALMEIDA, 2021, p. 63)

Ou seja, o racismo só se sustenta enquanto os sujeitos causadores acharem que é normal agir dessa forma, e que os que o sofrem aceitem também com naturalidade que esse é seu destino, que é de ordem natural do desenvolvimento humano que os não brancos sofram discriminações e violências raciais e que os brancos, por consequência, triunfem. Esse pensamento se dá através de construções sociais que reforçam estereótipos desse imaginário social idealizado pelos opressores.

Em detrimento dessa abordagem, podemos citar o caso quicá mais marcante no que diz respeito às questões raciais presentes nas *Memórias Póstumas*: o personagem Prudêncio. Este possui apenas quatro menções durante a obra inteira, sendo apresentado primeiramente logo após o caso do tacho de doce:

Prudêncio, um moleque de casa, era o meu cavalo de todos os dias; punha as mãos no chão, recebia um cordel nos queixos, à guisa de freio, eu trepava-lhe ao dorso, com uma varinha na mão, fustigava-o, dava mil voltas a um e outro lado, e ele obedecia – algumas vezes gemendo –, mas sempre obedecia sem dizer palavra, ou, quando muito, um ‘Ai, nhonhô!’, ao que eu retorquia: ‘Cala a boca, besta!’. (ASSIS, 2014, p. 62-63)

Esse primeiro contato com o personagem é construído de maneira chocante pelo autor e faz com que sintamos, através das palavras, a brutalidade vivenciada no cotidiano do infante Prudêncio, filho de uma escravizada que habitava a casa dos Cubas.

Ademais, em uma passagem seguinte temos também o incentivo positivo de seu pai, Bento Cubas, para com esse tipo de comportamento do filho com a escravizada sem nome e Prudêncio: “[...] meu pai tinha-me em grande admiração; e se às vezes me repreendia, à vista de gente, fazia-o por simples formalidade: em particular dava-me beijos.” (ASSIS, 2014, p. 63)

Prudêncio volta a aparecer na narrativa cerca de 50 páginas depois. Brás, então enviado à Europa a mando do pai a fim de esquecer seu romance com Marcela, retorna ao Rio de Janeiro, depois de formado em Direito, devido à morte de sua mãe. Ambos “metem-se em uma velha casa” da propriedade dos Cubas e é lá que Prudêncio conta a Brás que uma velha conhecida deste se mudou para uma casa próxima a sua e o encoraja a prestar-lhe uma visita. A conhecida em questão é a D. Eusébia, que, segundo Prudêncio, “vestiu o corpo da minha defunta senhora”. (ASSIS, 2014, p. 109)

A próxima menção ao personagem se dá após a morte do pai de Brás, quando o protagonista, sua irmã Sabina e seu marido Cotrim estão a esmiuçar a herança do velho patriarca – afinal, é deste dinheiro que ambos hão de sobreviver, como sempre sobreviveram.

[...] Por exemplo, Cotrim não aceita os pretos, quer só o boleeiro de papai e o Paulo...

– O boleeiro não – acudi eu –; fico com a sege e não hei de ir comprar outro.

– Bem, fico com o Paulo e o Prudêncio.

– O Prudêncio está livre.

– Livre?

– Há dois anos.

– Livre? Como seu pai arranjava estas cousas cá por casa, sem dar parte a ninguém! Está direito. Quanto a prata... creio que não libertou a prata? (ASSIS, 2014, p. 150)

Esta passagem torna-se de suma importância quando analisada. Primeiro, podemos retirar dela mais um exemplo da genialidade machadiana de retratar a sociedade com tons de ironia e sátira. O velho Cubas, falecido há oito dias, não seria para sua família nada mais que a fonte de sua renda. O defunto mal perecera e sua gananciosa prole já está a atacar e brigar pelo repartimento do capital que possuía.

Mais uma vez vemos a forma como os escravizados são tratados. Há dois anos Prudêncio fora liberto, e Cotrim, que frequentava a casa do sogro com bastante frequência, não notara sequer sua ausência na propriedade. Mais que isso: o jovem é comparado, com muito desdém, com o objeto (“a prata”). Machado denuncia aqui como pessoas – negras, especificamente – eram tratadas como objetos.

Agora com a notícia da liberdade de Prudêncio, tornamos a reencontrá-lo, por fim, no capítulo LXVIII, nomeado “O vergalho”. Brás está a caminhar pelas ruas quando se depara com uma cena incomum: um “preto que vergalhava outro na praça”. (ASSIS, 2014, p. 195)

– Não, perdão meu senhor; meu senhor, perdão!

Mas o primeiro não fazia caso, e, a cada súplica, respondia com uma vergalhada nova.

- Toma, diabo! – dizia ele –; toma mais perdão, bêbado!
- Meu senhor! – Gemia o outro.
- Cala a boca, besta! – replicava o vergalho. (ASSIS, 2014, p. 195)

Brás, e também o leitor, surpreende-se ainda mais com a cena ao determinar que o negro que está em posição de dominância, a açoitar o outro, é Prudêncio. O narrador aproxima-se e Prudêncio pede-lhe a bênção. Brás questiona se aquele negro era seu escravo, ao que este responde que sim.

- Fez-te alguma cousa?
- É um vadio e um bêbado muito grande. Ainda hoje deixei ele na quitanda, enquanto eu ia lá embaixo na cidade, e ele deixou a quitanda para ir na venda beber.
- Está bom, perdoa-lhe – disse eu.
- Pois não, nhonhô. Nhonhô manda, não pede. Entra para casa, bêbado. (ASSIS, 2014, p. 195)

Cabe aqui uma reflexão dos modos como, mesmo após o fim oficial do regime escravagista, Prudêncio ainda permanecia preso a padrões mentais e institucionais escravocratas. (ALMEIDA, 2021, p. 183) O colonialismo encontra-se tão entranhado em seu consciente, que essa é sua única forma de enxergar o mundo. Mesmo também sendo negro e também tendo passado por aquilo que ele próprio agora está propagando, não significa que ele instantaneamente perceberia e se posicionaria contra tal ato, porque essa é sua única realidade vivida. Ele, agora que se vê como um homem livre, sente-se no mesmo nível social comportamental de um senhor branco. É o que Silvio Almeida explica na passagem:

Pessoas negras, portanto, podem reproduzir em seus comportamentos individuais o racismo de que são as maiores vítimas. Submetidos às pressões de uma estrutura social racista, o mais comum é que o negro e a negra internalizem a ideia de uma sociedade dividida entre negros e brancos, em que brancos mandam e negros obedecem. (ALMEIDA, 2021, p. 68)

O próprio Brás faz comentários, ainda no mesmo capítulo, de cunho bastante psicológicos ao se deparar com o acontecido:

Era um modo que Prudêncio tinha de se desfazer das pancadas recebidas – transmitindo-as a outro. Eu, em criança, montava-o, punha-lhe um freio na boca, e desancava-o sem compaixão; ele gemia e sofria. Agora, porém, que era livre,

dispunha de si mesmo, dos braços, das pernas, podia trabalhar, folgar, dormir, desagrilhado da antiga condição, agora é que ele se desbancava: comprou um escravo, e ia-lhe pagando, com alto juro, as quantias que de mim recebera. (ASSIS, 2014, p. 196)

Por fim, citando mais uma aparição clara de demonstrações de questões raciais presentes na obra analisada, podemos dar um salto no andamento cronológico do livro para apresentar uma passagem na qual Machado escancara a forma como Cotrim, cunhado de Brás, tratava os escravizados que habitavam em sua residência:

Como era muito seco de maneiras, tinha inimigos, que chegavam a acusá-lo de bárbaro. O único fato alegado neste particular era o de mandar com frequência escravos ao Calabouço, donde eles desciam a escorrer sangue; mas, além de que ele só mandava os perversos e os fujões, ocorre que, tendo longamente contrabandeado em escravos, habituara-se de certo modo ao trato um pouco mais duro que esse gênero de negócio requeria, e não se pode honestamente atribuir à índole original de um homem o que é puro efeito de relações sociais.” (ASSIS, 2014, p. 297.)

O Calabouço aqui referido significa um forte e uma prisão erguidos pelos portugueses com o objetivo de ser destinado aos escravos desobedientes. Mais uma vez sentimos a naturalidade com que esses eventos eram tratados pela elite brasileira do século XIX. Machado de Assis escancara o *verdadeiro Cotrim* (nome do capítulo) e seus atos de violência extrema e brutal para com aqueles que o serviam. E, sendo Brás da família do dito cujo, coube a ele tentar amenizar a situação de absurdo gritante que seu cunhado realizava: “só mandava os fujões e os perversos”, “habituara-se [...] ao trato um pouco mais duro que esse gênero de negócio requeria” (ASSIS, 2014, p. 297). Há aqui uma relação de causa e consequência direta entre a realidade demonstrada e a realidade que se queria demonstrar: uma visão da escravização que apaga suas perversidades e tenta colocar nas aparências públicas uma ambientação amigável, familiar e justificada do que foi a escravidão no Brasil.

Machado de Assis faz galhofa da hipocrisia de Cotrim – e, por conseguinte, da sociedade em que vivia – ao escrever que:

Não era perfeito, decerto; tinha, por exemplo, o sestro de mandar para os jornais a notícia de um ou outro benefício que praticava – sestro repreensível ou não louvável, concordo; mas ele desculpava-se dizendo que as boas ações eram contagiosas, quando públicas; (ASSIS, 2014, p. 297).

As boas ações públicas servem para encobrir o que está apodrecendo dentro dos lares daqueles cidadãos – um modo bastante astuto de formar uma imagem pessoal de “bondade”.

As críticas tecidas e demonstradas nesta obra-prima machadiana fazem denúncia social de questões raciais observáveis não apenas de um Brasil do Segundo Reinado, mas ainda de um Brasil democrático do século XXI, e por isso a leitura crítica das *Memórias Póstumas* se faz extremamente necessária, tornando-se tão atual ainda hoje em dia.

Memorial de Aires

Em sua última obra, publicada em 1908, meses antes de seu falecimento, Machado de Assis dedica as páginas de *Memorial de Aires* para contar, através de entradas de diário (em estilo semelhante à *Memórias Póstumas*), as vivências do conselheiro José Marcondes Aires, durante o período de 1888 e 1889. Aqui, o então aposentado diplomata narra também a vida daqueles que vivem ao seu redor: o casal Dona Carmo e Aguiar, que, não tendo filhos, consideram os jovens Tristão e Fidélia como sangue de seu sangue. Através desses personagens, Machado vai abordar também questões sobre a velhice e a solidão.

Não é coincidência, no entanto, a escolha da datação aqui marcada. Afinal, 1888 foi o ano em que a Lei Áurea, a lei responsável por abolir a escravidão no Brasil, entrou em vigor. Por outro lado, isso não significa que o fato ganhe demasiada importância na narração sob ótica dos personagens. É o que podemos perceber, em um primeiro momento, na anotação do diário do Conselheiro Aires, datada de 14 de maio, meia noite, um dia após a efetivação da lei: “Não há alegria pública que valha uma boa alegria particular”. (ASSIS, 2013, p. 48) Ou seja, superficialmente, os acontecimentos adjacentes à abolição se dispõem em segundo plano na narrativa.

Porém, ao longo da obra, do início até a chegada da entrada do dia 13 de maio, algumas menções breves sobre o que está por vir são feitas, de modo que, dessa forma, o autor constrói e prepara a mentalidade dos personagens para o evento da abolição, analisando suas reações. No dia 18 de fevereiro, pela primeira vez sobre o assunto, Aires escreve: “Campos disse-me hoje que o irmão lhe escrevera, em segredo, ter ouvido na roça o boato de uma lei próxima de abolição, Ele, Campos, não crê que este ministério a faça, e não se espera outro.” (ASSIS, 2013, p. 40)

Pouco depois, no dia 20 de março, continua: “Ao desembargador Campos parece que alguma coisa se fará no sentido da emancipação dos escravos – um passo adiante, ao menos. Aguiar, que estava presente, disse que nada corre na praça nem lhe chegou ao Banco do Brasil.” (ASSIS, 2013, p. 42)

Na entrada datada em 19 de abril, tomamos mais um pouco de conhecimento sobre a inclinação abolicionista que Aires possui. Neste dia, ele escreve:

Lá se foi o barão com a alforria dos escravos na mala. Talvez tenha ouvido alguma coisa da resolução do governo; dizem que, abertas as Câmaras, aparecerá um projeto de lei. Venha, que é tempo. [...] Ainda que tardiamente, é a liberdade, como queriam a sua os conjurados de Tiradentes. (ASSIS, 2013, p. 46)

A próxima menção ao acontecimento mais importante daquele ano se dá na entrada de diário escrita em 7 de maio, quando o autor escreve, em poucas linhas, que o projeto de abolição fora apresentado este dia à Câmara: “É a abolição pura e simples. Dizem que em poucos dias será lei.” (ASSIS, 2013, p. 47)

Não podemos deixar de mencionar uma passagem que ressoa um tom extremamente pessoal do autor, Machado de Assis, neste que é seu livro caracterizado como maior detentor de escritos autobiográficos. No próprio dia 13 de maio de 1888, ainda sobre a lei, Aires começa escrevendo:

Enfim, lei. Nunca fui, nem o cargo me consentia ser, propagandista da abolição, mas confesso que senti grande prazer quando soube da votação final do Senado e da sanção da regente. [...] Ainda bem que acabamos com isso. Era tempo. Embora queimemos todas as leis, decretos e avisos, não poderemos acabar com os atos particulares, escrituras e inventários, nem apagar a instituição da história, ou até da poesia. A poesia falará dela [...]. Não importa que o poeta corrompa o nome do comprador [...]. (ASSIS, 2013, p. 47-48)

Ao fazer essas afirmações, notamos tanto o posicionamento de Aires, quanto o de Machado. É, portanto, através da voz do conselheiro aposentado que o escritor fala o que tem em mente, deixando seus pensamentos a respeito da questão da escravatura bastante claros. Mais que isso: Machado de Assis prova àqueles que afirmam não haver denúncia social suficiente (ou explícita) sobre pautas raciais em suas obras que, usando de bom tom satírico e irônico, usando de uma figura socialmente bem posicionada e estruturada dentro da ordem de classes, que, em sua obra, há muito além do que se vê. Levando tais aspectos em consideração, Sidney Chalhoub pontua:

[...] meu argumento é que, ao centrar suas histórias nos antagonismos entre senhores e dependentes, Machado de Assis abordava, na verdade, a lógica de dominação que era hegemônica e organizava as relações sociais do Brasil oitocentista, incluído aí o problema do controle dos trabalhadores escravos, a 'relação produtiva da base'. Ao fazer isso, o romance machadiano produzia outro registro realista extremamente sutil e eficaz: como a ambiência social dos textos era basicamente o interior de propriedades senhoriais da Corte, não seria verossímil fundar o enredo na escravidão. [...] Ao escolher a ambiência senhorial urbana da Corte, Machado de Assis também adotou a aparência que suas personagens *procuravam ambientar* [...]. (CHALHOUB, 2003, p. 57)

Machado também elucida as reações que a abolição causou no povo. É sob perspectiva do pai de Fidélia, poderoso fazendeiro, dono de uma propriedade cheia de escravizados e vertiginosamente contrário à lei, que se faz um retrato social de como aqueles que se beneficiavam plenamente dos ofícios da escravidão (ou seja, os ricos, poderosos e dominantes), sentiram-se bastante descontentes com a sanção da lei. Sobre seu pai, Fidélia comenta: “Hoje creio que está tudo acabado; a abolição fê-lo desgostoso da vida política. Já mandou dizer aos chefes conservadores daqui que não contem mais com ele para nada.” (ASSIS, 2013, 58)

A narrativa vai se desenvolvendo, e, em decorrência da ação do tempo, o pai de Fidélia acaba por falecer, o que faz com que esta herde a fazenda de Santa Pia. A moça organiza então uma viagem à Paraíba do Sul, onde se localiza a residência. Em uma anotação do dia 10 de agosto, Aires escreve:

Parece que os libertos vão ficar tristes; sabendo que ela transfere a fazenda, pediram-lhe que não, que não a vendesse, ou que os trouxessem a todos consigo. [...] Tinha graça vê-la chegar à Corte com os libertos atrás de si, e para que, e como sustenta-los? Custou-lhe muito fazer entender aos pobres sujeitos que eles precisam trabalhar, e aqui não teria onde os empregar logo. (ASSIS, 2013, p. 79)

Aqui, expõe-se um dos principais problemas causados pela falta de políticas de respeito e integração social para com aqueles que foram escravizados, após sua libertação: o que fazer após adquirida a liberdade? Uma vez que a sociedade, ainda dominada por uma elite branca, não havia superado o racismo e não consentia que os libertos possuíssem acesso à educação ou ao trabalho profissionalizante, por exemplo. A lei foi omissa em relação a isso, e o fim do processo de escravização tem uma relação direta com os movimentos dos escravizados pela liberdade e de parte do movimento abolicionista. Desse modo, muitos destes viram-se em situação de maior marginalização

após a libertação, pois não conseguiam empregos, e, conseqüentemente, tornavam-se pessoas sem moradia, vivendo em situações precárias.

Sobre essa permanência do racismo na sociedade, Silvio Almeida aponta que, para que isso aconteça, é necessário que haja a criação de um imaginário social em que as características biológicas e práticas sociais sejam associados naturalmente à raça, e que a sociedade seja indiferente para com as injustiças impostas. (ALMEIDA, 2021, p. 74) E é exatamente esse tipo de comportamento aqui identificado e apontado por Machado como problemático.

Assim, no enredo, com a prometida venda da fazenda, e sem uma garantia real de trabalho, os libertos começaram a abandoná-la – e só mudam de ideia a pedido da moça.

No entanto, estamos agora no ano de 1889, e Fidélia e Tristão, agora noivos, encontram dificuldades para efetivar a venda da propriedade. É aí então que o rapaz tem a ideia de doar as terras para os libertos. Em uma entrada de 15 de abril, Aires escreve: “Uma vez que os libertos conservam a enxada por amor da sinhá-moça, que impedia que ela pegasse da fazenda e a desse aos seus cativos antigos? Eles que a trabalhem para si.” (ASSIS, 2013, p. 159)

E assim sucede. Santa Pia, em 28 de abril daquele mesmo ano, é entregue aos libertos por Fidélia, sob orientação de Tristão. No entanto, o que era para ser um ato de generosidade e compaixão, mostra-se ser, sob olhar do narrador Aires, e, conseqüentemente, de Machado, na verdade, uma ação extremamente infortuna e cruel para com estes, afinal, agora estarão jogados à própria sorte.

Conclusões e Perspectivas

Desse modo, levando em consideração os textos literários usados como base para a análise (“Memórias Póstumas de Brás Cubas”, publicado como livro em 1881, e “Memorial de Aires”, de 1908, porém que se passa durante os anos fundamentais e centrais da abolição: 1888 e 1889), buscamos compreender de que modo as questões raciais de cada época em sociedades diferentes eram abordadas através do olhar do autor – nesse caso, como a sociedade elitista, patriarcal e senhorial de um Brasil do século XIX,

perpetuada por relações escravagistas entre senhores e escravizados, dentro do Segundo Reinado, foi desenhada e narrada por Machado de Assis, sob a forma de sátiras e ironias.

As discussões que apresentamos nos permitem pensar que obras literárias carregam em si muito sobre sua época de produção e as vivências da/o autora/or. O contexto social é inerente à produção artística, não podendo ser separado, mas é importante salientar que não só a historicidade e as sensibilidades de quem as criam permeiam as obras artísticas, inclusive a literatura. A obra de arte literária ganha sentidos que lhes atribuídos pelas leituras. O ofício historiador é fundamentar-se sob um documento histórico, e, neste caso, as obras machadianas nos dão um leque de opções para entendermos melhor o Brasil oitocentista e suas condições raciais. Com as escolhas das palavras do autor, obtemos não apenas seu ponto de vista, mas o que estava em pauta na sociedade durante aquele período. Sendo assim, o estudo de obras literárias atreladas ao conhecimento historiográfico se mostra de extrema pertinência para o ambiente acadêmico e para seus horizontes.

Entender o racismo enquanto condição estrutural na sociedade brasileira é poder perceber como esse mal predominou e continua a predominar nas nossas relações sociais, na relação com o outro. Com esse estudo, concluímos que, tal qual a elite retratada por Machado de Assis, a elite brasileira atualmente corrobora para que essas interações sejam perpetradas através de condições racistas, sendo de fundamental importância para os estudos das Ciências Humanas que entendamos essas estruturas, para que assim possamos superá-las.

Há muito mais a ser abordado nas demais obras do autor no que tange as questões raciais, porém, espero que as conclusões apresentadas neste projeto sirvam de ponto de partida para outros estudos machadianos envolvendo a história, a literatura e a política.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Silvio. *Racismo Estrutural*. 1. ed. São Paulo: Editora Jandaíra, 2021. 264 p.

ASSIS, Machado de. *Memorial de Aires*. 3. ed. São Paulo: Martin Claret, 2013. 195 p.

- ASSIS, Machado de. *Memórias Póstumas de Brás Cubas*. 1. ed. São Paulo: Penguin Companhia, 2014. 368 p.
- BARRETO, Lima. *Recordações do escrivão Isaías Caminha*. 1. ed. São Paulo: Penguin Companhia, 2010. 312 p.
- BARRETO, Lima. *Triste Fim de Policarpo Quaresma*. 1. ed. São Paulo: Penguin Companhia, 2011. 368 p.
- BLANCHOT, Maurice. *O espaço literário*. 1. ed. Tradução Álvares Cabral. Rio de Janeiro: Rocco, 2011. 304 p.
- CHALHOUB, Sidney. *Machado de Assis historiador*. 1. ed. São Paulo: Cia. das Letras, 2003. 352 p.
- EVARISTO, Conceição. *Insubmissas Lágrimas de Mulheres*. 2. ed. Rio de Janeiro: Malê, 2020. 140 p.
- JESUS, Carolina Maria de. *Quarto de Despejo: Diário de uma favelada*. 10. ed. São Paulo: Editora Ática, 2014. 200 p.
- MELO NETO, João Cabral de. *Morte e Vida Severina: E outros poemas*. 1. ed. São Paulo: Alfaguara, 2007. 276 p.
- MELO NETO, João Cabral de. *O Cão Sem Plumas*. 1. ed. São Paulo: Alfaguara, 2007. 204 p.
- QUEIROZ, Rachel de. *Memorial de Maria Moura*. 24. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 2021. 504 p.
- QUEIROZ, Rachel de. *O Quinze*. 117. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 2021. 208 p.
- SONTAG, Susan. *Contra a interpretação e outros ensaios*. 1. ed. São Paulo: Cia. das Letras, 2020. 392 p.

ENTRE DOCUMENTOS, ICONOGRAFIAS E AS LIÇÕES DE UMA CARTILHA PARA A ALFABETIZAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS: (MEB, 1961-1963) MEMÓRIAS E REPRESENTAÇÕES

Emmily Daiane da Silva¹ Kilma Cristeane Ferreira Guedes² Maria Elizete Guimarães Carvalho³

RESUMO

O capítulo manifesta estudos e reflexões referentes às atividades desenvolvidas no Projeto de Iniciação Científica PIBIC/UFPB: “Memórias de uma proposta educacional para a formação popular: entre documentos, iconografias e as lições do livro de leitura Viver é Lutar (MEB, 1961-1963)”/“Entre documentos, iconografias e as lições de uma cartilha para alfabetização de jovens e adultos (MEB, 1961 - 1963): memórias e representações”, desenvolvido no período de 2021 a 2022. O Estudo objetivou analisar as memórias desse Movimento, situado na efervescência popular dos anos 1960. Como fontes, foram investigadas: a cartilha “Viver é Lutar”, os Decretos 50.370/1961, 52.267/1963, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação 4.024/1961 e iconografias, discutindo com autores como Le Goff (2003), Carvalho (2021) e outros. As reflexões resultantes das fontes e do estudo do contexto histórico apontaram o MEB como um Movimento educacional emancipatório e testemunho de resistência, que contribuiu para a conscientização e formação do homem.

Palavras-chave: Educação e Direitos Humanos. Memória e História. Representações. MEB.

¹ emmilyeds22@gmail.com

² Kilmacristeane@uol.com.br

³ mecarvalho23@yahoo.com.br, Orientadora do Projeto - Memórias de uma proposta educacional para a formação popular: entre documentos, iconografias e as lições do livro de leituras Viver é lutar (MEB, 1961-1963)/Entre documentos, iconografias e as lições de uma cartilha para a alfabetização de jovens e adultos (MEB, 1961-1963) memórias e representações. (83) 3216-7570, Instituição de vínculo da bolsa: UFPB/CNPQ.

APRESENTAÇÃO

O verbo “rememorar” para os historiadores da educação assume um caráter emancipatório a partir do momento em que se compreende a impossibilidade de reconstituir os acontecimentos passados tal como eles ocorreram, recolhendo, então, tudo aquilo que foi deixado de lado, “como algo que não tem significação” (GAGNEBIN, 2009, p. 54). Nesses restos de fatos e discursos, percebe-se a presença da subjetividade e as marcas do tempo presente na ação narrativa. Nesse sentido, é possível a rememoração, considerando as perdas decorrentes do tempo e a própria ação da memória de lembrar e esquecer. As lembranças, articuladas a fatos sociais, trazem seus resquícios e também, as marcas do sujeito e do tempo em que foram produzidas.

Sendo assim, ao rememorar, o pesquisador revela a importância de entrelaçar as contribuições da Memória à História, para que a (re) visitação ao pretérito não corra o risco de recontar a história na “perspectiva dos grandes homens” (SHARPE, 1992, p. 40), contribuindo, dessa forma, para a transmissão e manuten o dos valores provenientes da camada dominante da sociedade. Na verdade, a memória utiliza-se de histórias e aspectos vivenciados por qualquer sujeito, desconsiderando classe, raça, gênero, poder ou rela es sociais.

  nessa perspectiva que o pesquisador ao considerar a memória, que “[...] atravessa a história e a alimenta” (LE GOFF, 2003, p. 9), como fonte para rememorar o tempo passado, atua impedindo a reprodu o dos contextos em que a classe popular e seu direito de lembrar e esquecer são colocados   margem da História Oficial. Rememorar, pois, abrange a compreensão do tempo pretérito não como um tempo acabado e cristalizado nos escritos, mas sim como um tempo dinâmico e vivo que estabelece uma intrínseca conexão com os acontecimentos do presente.

Decerto, considerando alguns acontecimentos do tempo presente como retrocessos históricos, marcados por tentativas de velamento da democracia e do direito   educa o política e conscientizadora, torna-se relevante rememorar o Movimento de Educa o de Base (MEB), buscando narrar a “história vista de baixo” (SHARPE, 1992, p. 40), através das memórias de um Movimento que, mesmo sendo originário de uma institui o historicamente conservadora, marcou os anos de 1960.

Ao aludir à história da década de 1960, tornou-se possível vislumbrar que esses anos foram de intensa movimentação no Brasil. Assim, partindo da premissa de que “nada e nem ninguém foge ao seu tempo” (CARVALHO, 2021), o MEB vai surgir nessa época como uma forma de representação da voz do povo, que enxergou na educação uma oportunidade de melhorar de vida e sair da obscuridade do desconhecimento dos seus direitos. Assim, é nesse sentido que se justifica a investigação realizada e a escritura desse capítulo, para atribuir visibilidade ao MEB e às práticas educacionais desenvolvidas, evitando o esquecimento de um Movimento educacional que contribuiu para a emancipação e empoderamento do homem no cenário dos anos 1960.

O MEB foi criado pela Conferência Nacional dos Bispos do Brasil (CNBB), em parceria com o governo de João Goulart, que pretendia destinar às regiões subdesenvolvidas do país o sistema de rádio educação. Seu legado, traduzido nas páginas da cartilha “Viver é Lutar”, demonstra a força de um movimento que modificou a visão de educação bancária que se tinha na época.

A proposta educacional do Movimento, diferentemente das demais propostas criadas nas chamadas “Campanhas de Alfabetização” dos anos 1940 e 1950, interligava-se a cultura, a política e à ideia de valorização popular. O foco da educação oferecida ao sujeito pobre distanciava-se do mero aprendizado das palavras, carentes de significados, e se aproximava da necessidade de permitir ao educando compreender o seu papel de cidadão na sociedade e alcançar os seus direitos sociais, políticos e civis que haviam sido subtraídos nas décadas anteriores.

Nesse sentido, o presente capítulo, resultante da pesquisa de iniciação científica nomeada “Memórias de uma proposta educacional para a formação popular: entre documentos, iconografias e as lições do livro de leitura Viver é Lutar (MEB, 1961-1963)”/“Entre documentos, iconografias e as lições de uma cartilha para alfabetização de jovens e adultos (MEB, 1961 - 1963): memórias e representações” (PIBIC 2021-2022), objetivou analisar as memórias do Movimento de Educação de Base – MEB, considerando as lições do livro de leitura para adultos “Viver é Lutar”, outros documentos, legislação e iconografias e suas contribuições para a formação popular. Dessarte, com vista a alcançar os objetivos traçados no projeto, ou seja, rememorar o Movimento de Educação de Base, sua criação e funcionamento, considerando o contexto histórico em que se desenvolveu, iniciou-se a discussão da temática através do levantamento dos contextos nacional e

internacional que influenciaram o fervilhar dos movimentos de cunho popular na década de 1960, dialogando com autores e com a legislação promulgada para disciplinar o funcionamento do Movimento.

Posteriormente, foi realizada a análise das fontes iconográficas da cartilha que traduzem uma proposta educacional libertadora, direcionada para o alcance dos direitos civis, políticos e sociais dos sujeitos, refletindo os ensinamentos da pedagogia da esperança de Paulo Freire.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No diálogo entre Memória e História, faz-se necessário considerar que os acontecimentos devem ser percebidos no âmbito das transformações ocorridas em um tempo, embora tenham repercussões e influências em outros momentos e cenários históricos. Nesse sentido, ao rememorar os acontecimentos do final dos anos de 1950 e início de 1960, foi possível compreender que esse período de transição apresenta transformações em todas as esferas, sendo elas de cunho educacional, político, econômico e social, resultantes, também, de acontecimentos anteriores.

A transição desses anos foi bastante conflitante, tanto no cenário internacional, quanto no nacional. No exterior, havia uma grande marca da forte influência desenvolvimentista deixada pela Segunda Guerra Mundial, terminada em 1945, o que colaborava para que, nesse momento, se propagasse pelo mundo o pensamento científico, responsável por conceber o conhecimento como um lócus de poder, tanto para a esfera política, quanto educacional, econômica e bélica.

No cenário político, eram testemunhadas grandes manifestações sociais, de luta por igualdade e solidariedade, fato esse que refletia o início da conscientização da grande massa. Simultaneamente, aconteciam, de um lado, as guerras de libertação dos países africanos; e do outro, a Guerra Fria que, nas palavras de Coesel e Fernandes (2010, p. 2), foi um embate entre “duas ordens políticas e socioculturais, o socialismo vivido e projetado pela União Soviética e o capitalismo divulgado pelos Estados Unidos da América”.

Além disso, esse período de modificações ainda foi fortemente influenciado pela Revolução Cubana, principalmente, na América Latina, que representava a mobilização do povo, mediante o autoritarismo do governo.

No ponto de vista educacional e econômico, a efervescente relação entre educação e desenvolvimento, denominada Corrida Espacial, evidencia-se como mais uma contribuição para a divisão do mundo em países de primeira, segunda e terceira potência, haja vista que a crescente ideia de desenvolvimento propagada contribuía para que os países dessem a largada rumo à busca pelo rápido crescimento econômico.

Esse cenário de intensas transformações impactou também na esfera religiosa, que começava a perceber a necessidade de encaminhar seus projetos de fé, aproximando-se dos problemas sociais que atingiam a sociedade, como a fome, a pobreza e o crescente analfabetismo que assolava não somente o Brasil, mas o mundo.

A instituição clerical, pois, encontrava-se tensionada pelas transformações provenientes do Concílio do Vaticano II (1962 – 1965), que marcava, nesta época, um período de modificações dentro da Igreja Católica. Assim, nesse momento, como esclarece Lenz (2012, p. 423) em suas palavras, a Igreja apresentava uma postura “não de condenação, mas de diálogo”, preocupada com as problemáticas de ordem social como a pobreza, a fome e as condições de vida sub-humanas dos excluídos da sociedade.

Decorrente desse momento de efervescência, surge a Teologia da Libertação que pregava um posicionamento de uma igreja menos conservadora e mais próxima da ideia de autolibertação humana “como antecipação da salvação em Cristo” (LÖWY, 2000, apud CAMILO, 2011, p. 3). Além disso, essa teoria ainda pregava,

[...] uma nova leitura da Bíblia, uma forte crítica moral e social do capitalismo dependente, o desenvolvimento de comunidades de base cristãs entre os pobres como uma nova forma de Igreja e, especialmente, uma opção preferencial pelos pobres e a solidariedade com sua luta de autolibertação.

Em direção à esfera educacional, área de conhecimento a que essa pesquisa está relacionada, o cenário de aproximação com a cultura, preocupação com a vida e os interesses do povo, nos anos de 1960, culminou em uma mudança de intencionalidade nos movimentos de educação criados até esse momento. Como exemplo dessa dicotomia, nos anos cinquenta, era possível observar que as campanhas de alfabetização de massa se apoiavam em um espelho de sociedade em processo de industrialização. Sendo assim,

acompanhando o contexto dessa época, a educação cumpria somente o papel de meramente instruir, destinando-se, conforme aponta Ventura (2001, p.5), para “os excluídos do sistema regular, e até mesmo do sistema educacional paralelo”.

Segundo Ventura (2001, p.4),

[...] o Brasil industrialista precisava educar os jovens e adultos da classe trabalhadora tanto no que tange à alfabetização (daí as campanhas nacionais de alfabetização e educação básica) quanto no que se refere à qualificação e treinamento da mão-de-obra.

Nesse aspecto, anteriormente aos anos de 1960, as influências desenvolvimentistas exteriores compuseram uma educação intrinsecamente ligada aos interesses de uma camada dominante que estava preocupada com o desenvolvimento do Brasil recém-industrializado. Percebe-se, então, que nos processos de alfabetização oferecidos à população, não há interesse pela conscientização dos sujeitos e pelo exercício da sua condição de cidadão.

Em 1960, o término do governo de Kubitschek, a breve passagem pelo poder de Jânio Quadros e a posterior posse de João Goulart em 1961 marcam um período de continuidades, uma vez que Jango, conhecido como presidente do povo, ao assumir a presidência, direciona seu governo rumo aos interesses da classe popular. Nesse momento, a sociedade encontrava-se em pleno processo de modificação, que podia ser verificado pelas transformações ocorridas nas esferas social, econômica e política.

Porém, o país ainda estava fortemente influenciado pelo nacionalismo, pretendendo romper com os “laços de dependência [...] com o exterior” o que colaborava para o aparecimento da necessidade de “valorização da cultura autenticamente nacional, a cultura do povo”. (PAIVA,1983, p. 230).

Aliado a esse pressuposto, torna-se imprescindível ressaltar que o contexto da época se apresentava a favor das transformações advindas dos setores populares, pois o governo de Jango era direcionado para o respeito às massas e aos sujeitos, proporcionando a continuidade dos movimentos de reforma e o apoio à camada popular, em busca de direitos.

Nas palavras de Góes (2002, p. 20), essa época marca um período em que houve “uma crescente e irreversível ativação do povo no seu próprio processo histórico, abrindo leques de participação interdependentes de ordem econômico-social-político-cultural”.

As mudanças aconteciam em todos os setores: na zona rural, havia a busca por melhores condições de trabalho com o surgimento da Reforma Agrária, enquanto no educacional, evidenciava-se o requerimento de reformas de base para a população iletrada.

O slogan “Ser educado é ser conscientizado!” (VENTURA, 2001, p. 6) demarca, então, a concepção de educação oferecida nos anos de 1960, que caminhava lado a lado com as concepções libertadoras advindas das ideias e práticas educacionais de Paulo Freire. Sobre uma educação humana voltada para a cultura, politização das consciências e valorização dos sujeitos e dos seus direitos, Bomeny (2017, p.2) enfatiza que falar de educação na década de 1960, especificadamente no período de governo de João Goulart (Jango), significa

[...] lembrar também da expressão intelectual de maior vulto à época, o educador pernambucano Paulo Freire. Associada à alfabetização de adultos, sua "pedagogia da libertação" – expressão exemplar da crença no poder libertador pela consciência e pelo conhecimento – percorreu o Brasil e toda a América Latina. A educação seria o instrumento mais eficaz de difundir a ideia força de que o homem não deveria se contentar com a condição de "objeto" da história: sua vocação era ser "sujeito".

No sentido do clero católico, esse panorama de mudanças acabou refletindo na Conferência Nacional dos Bispos do Brasil (CNBB) uma dissociação de interesses entre duas importantes alas, uma conservadora e outra progressista. Essa última, relacionada à Juventude Operária Católica (JOC) e à Juventude Universitária Católica (JUC), era composta por universitários sensibilizados com as questões sociais, reafirmando a importância de um país justo.

Com isso, os bispos brasileiros alimentavam/enriqueciam suas ideias nas visitas realizadas a outros países para implementar no Brasil novas propostas educacionais, como é o caso de Dom Eugênio Sales que, a partir das experiências vistas na Colômbia, através da “Acción Cultural Popular da Igreja Católica”, colocou em prática no Brasil, um movimento de educação popular na cidade de Natal/RN. Orientado, então, pelas experiências de Dom Eugênio, o Arcebispo de Aracaju, Dom José Vicente Távora, encaminhou uma proposta em nome da CNBB para o presidente João Goulart.

Nasce, dessa forma, o MEB, em 1961, formalizado pelo decreto nº 50.370/1961, como uma iniciativa católica que pretendia desenvolver um programa que levasse às regiões rurais subdesenvolvidas do Norte, Nordeste e Centro-Oeste, onde o índice de

analfabetismo era alarmante, uma educação de base por intermédio dos serviços de rádio educação. Segundo Fávero (2006, p. 80), por educação de base entendia-se

[...] o processo de autoconscientização das massas, para uma valorização plena do homem e uma consciência crítica da realidade. Esta educação deverá partir das necessidades e dos meios populares de participação. Integrados em uma autêntica cultura popular, que leve a uma ação transformadora. Concomitantemente, deve propiciar todos os elementos necessários para capacitar cada homem a participar do desenvolvimento integral de suas comunidades e de todo o povo brasileiro. Assim, o autor ainda comenta que os temas tratados deveriam caminhar no sentido de: a) alfabetização e iniciação em conhecimentos que se traduzam no comportamento prático de cada homem e da comunidade, no que se refere à saúde e à alimentação (higiene); ao modo de viver (habitação, família, comunidade); às relações com os semelhantes (associativismo); ao trabalho (informação profissional); ao crescimento espiritual; b) conscientização do povo, levando-o a descobrir o valor próprio de cada homem; despertar para os seus próprios problemas e provocar uma mudança de situação; buscar soluções, caminhando por seus próprios pés; assumir responsabilidades de soerguimento de suas comunidades; c) animação de grupos de representação, promoção e pressão; d) valorização da cultura popular, pesquisando, aproveitando e divulgando as riquezas culturais próprias do povo.

Assim, faz-se imprescindível considerar que, mesmo o MEB não sendo decorrente de uma iniciativa puramente popular, seus ideais e objetivos caminharam lado a lado com as mudanças ocorridas na época, que favoreciam as mobilizações populares pela busca de direitos, pois o Movimento objetivava ensinar o homem rural a ser cidadão. Em relação a isso, torna-se inerente salientar que o MEB, ao contrário das campanhas de alfabetização, não possuía o caráter meramente eleitoreiro, ligado à posse do voto, haja vista que esse direito havia sido retirado dos analfabetos.

Nesse sentido, a luta pela cidadania no MEB não estava vinculada apenas ao voto desprovido de reflexão, mas podia ser traduzida como a oportunidade do sujeito, agora alfabetizado, exercer o dever e o direito de votar, compreendendo o sentido dessa ação, objetivando buscar a posse de seus direitos civis, trabalhistas e educacionais a si conferidos como trabalhador e cidadão.

A educação, então, assume uma perspectiva emancipatória que ultrapassava os limites do mero alfabetizar, pois ela ensinava ao trabalhador que ele, sendo um cidadão, possuía direitos que necessitavam ser reconhecidos e contestados quando retirados pelos donos do capital.

Dessa forma, mesmo não tendo nascido do povo, suas iniciativas nos anos de 1960 o colocam como Movimento a favor da camada popular que, nesse momento, pela

educação, deixava de ser massa para tornar-se povo (CARVALHO, 2021). Como afirma Moraes (2012, p. 520), o discurso do MEB esclarecia que os sujeitos sendo “cidadãos [...] deveriam assumir o papel de trabalhar e lutar por melhorias sociais, políticas e econômicas do país”.

É ainda importante salientar, que embora o MEB tenha sido criado pela iniciativa eclesiástica, foi financiado pelo Governo Federal, pela assinatura do decreto nº 50.370/1961, o qual propunha, entre outras colocações, a ampliação das escolas radiofônicas, o que pode ser verificado no art. nº 2 do documento da CNBB (1961, p.4), que assim disciplina:

O MEB executará um plano quinquenal 1961/1965 durante o qual instalará 15.000 (quinze mil) Escolas radiofônicas em 1961, e, nos anos subsequentes, tomará providências necessárias para que a expansão da rede escolar radiofônica seja sempre maior do que a do ano anterior.

Os pressupostos do MEB traduziam-se na aproximação da educação com a cultura e o reconhecimento do trabalhador como sujeito de direitos. Sendo assim, diante de um momento em que os anseios populares eram considerados como problemáticas sociais, verificava-se na Igreja Católica uma preocupação com os problemas enfrentados pelo povo que foi devidamente expressa pelo Concílio do Vaticano II.

Esse período de valorização popular podia também ser evidenciado nas práticas emancipatórias de Paulo Freire que elucidavam a necessidade do desenvolvimento de uma educação mais próxima da realidade dos indivíduos que não eram mais “massa”, pois agora identificavam-se como povo (CARVALHO, 2021). No MEB, esses sujeitos encontravam não somente a oportunidade de adentrar no universo dos letrados, mas também um lugar de refúgio onde podiam dispor das armas para lutar contra a negação de seus direitos.

Nesse aspecto, para subsidiar a proposta do programa, orientando as aulas do MEB, havia supervisores, professores, locutores, monitores e o pessoal de apoio que ficava encarregado de preparar todo o conteúdo que seria trabalhado nas aulas. Dentro das classes, o rádio caracterizava-se como uma ponte entre o professor-locutor, o aluno e o conhecimento.

As aulas eram transmitidas pelo aparelho e mediadas pelos monitores, que eram responsáveis por engajar a turma, verificar as atividades e dialogar com os educandos

sobre as temáticas levadas pelas ondas do rádio. Santos (2014, p. 45) destaca que esses monitores tinham o papel nas escolas de

[...] matricular, cuidar da higiene, assim como orientar os educandos a cuidar da escola tornada realidade através das aulas radiofônicas oferecidas pelo MEB, aos lugares mais distantes do Norte e Nordeste. Este monitor também deveria orientar os trabalhos de acordo com o que o professor-locutor pedia; acompanhar os alunos na elaboração das atividades, assim como contribuir para que o menos aprendente pudesse encontrar meios para acompanhar o raciocínio e o aprendizado dos demais; estimular o desejo pelas aulas; anotar a frequência e ausência dos alunos; promover debates de acordo com os temas apresentados em aula, ou seja, este teria que ter atribuições de regente de aula, tendo responsabilidades de organizar e gerenciar a escola. E na comunidade, este tem o papel de desenvolver hábitos de ação consciente, percebendo os problemas e procurando meios de intervir e modificar a realidade, mostrando sempre a importância das aulas para modificar essa realidade, tendo em vista que muitas vezes as aulas eram vivenciadas através de dramatizações que deveriam ser utilizadas como exemplificações e demonstrações de que é possível modificar realidades.

Durante as aulas, os alunos eram incentivados a discutir não somente acerca das temáticas ligadas a Deus e à família, mas, principalmente, sobre organização popular, política, trabalho, direitos e outros. A educação ofertada refletia o contexto da época e as contribuições trazidas pelas ideias de Paulo Freire, visto que o MEB direcionava os sujeitos no caminho da aproximação com a cultura, politização de suas consciências e libertação das amarras da sociedade e conquista dos seus direitos.

Também, é importante ressaltar a participação no projeto de iniciação científica nomeado “Quarenta Horas de Angicos/RN: rememorando uma experiência educacional para a conscientização popular (1963-1964) (PIBIC/UFPB 2018-2019), em que foram desenvolvidas pesquisas sobre os Movimentos de Educação Popular dos anos 1960.

METODOLOGIA

Logo, para delimitar os caminhos percorridos na investigação, considerou-se um plano de ação organizado para funcionar diante da pandemia do COVID-19, em que as atividades realizadas foram orientadas através de encontros remotos pela plataforma do Google Meet.

As atividades seguiram as seguintes etapas: revisão teórica das fontes escritas acerca da temática, com a seleção de fontes bibliográficas, sistematização das fontes

documentais, como o Livro de leituras para Adultos “Viver é Lutar” e os Decretos nº 50.370/1961 e 52.267/1963, a Lei 4.024/1961, iconográficas e audiovisuais. Em seguida, foram realizadas a análise e discussão dos levantamentos realizados, produção de artigos e outros trabalhos para apresentação em eventos, além da escrita dos relatórios parcial e final.

Houve também a participação e a publicação de um artigo nos anais do Congresso Nacional de Educação (CONEDU), em 2021 e a produção de um outro artigo que foi publicado como capítulo de E-book, em 2022, no mesmo evento. Também, aponta-se o desenvolvimento, produção e apresentação de trabalhos para o “Seminário de Integração, Extensão, Pesquisa e Pós- graduação”, o evento “Mostra CE”, “Colóquio Regional de Ensino, Pesquisa e Extensão da área de fundamentação da educação (CREPEAFE)” ambos promovidos pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em 2022, entre outros.

Além disso, o grande diferencial, que não havia sido planejado, foi a produção do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da presente autora, resultante dos estudos realizados no projeto, em consonância com as oportunidades de participação nos grupos de estudos orientados pela Profa. Dra. Maria Elizete Guimarães Carvalho.

A monografia, resultado do atual projeto de pesquisa, buscou analisar com profundidade as lições e iconografias presentes na cartilha “Viver é lutar”, para compreender as contribuições do MEB no resgate da cidadania dos sujeitos nos anos de 1960. É importante ressaltar que tal produção ainda deu origem a um capítulo de livro que será publicado no final deste ano.

Em relação ao desenvolvimento do presente projeto, procurando embasar o diálogo estabelecido entre presente-passado, a metodologia orientou-se pela via da pesquisa qualitativa, mantendo a relação entre o estudo dos acervos de bibliografia reconhecida, as fontes documentais, como a cartilha “Viver é Lutar” e os Decretos nº 50.370/1961 e 52.267/1963, a Lei 4.024/1961 e iconográficas presentes na cartilha. Sendo assim, objetivando sistematizar os estudos realizados, foram estabelecidos quatro processos estratificados em trimestres.

No primeiro (setembro a novembro/2021), foi realizado o levantamento dos escritos atualizados que tratavam acerca do MEB. Tais escritos foram: “Viver é lutar: a proposta didático pedagógica do movimento de educação de base 1961-1966” (SANTOS,

2014); “O discurso de resistência nos materiais didáticos do Movimento de Educação de Base” (TENÓRIO, 2021); “O golpe na educação” (CUNHA; GÓES, 2002); e outros.

No segundo trimestre (dezembro/2021 a fevereiro/2022), foram selecionados e analisados os documentos que permitiram a criação e o funcionamento do MEB, além do livro de leitura “Viver é lutar” e as iconografias presentes, tanto no material quanto em fontes exteriores no meio digital.

Na terceira etapa (março/2022 a maio/2022), foi aprofundado o conhecimento adquirido a partir dos materiais sintetizados vinculados ao estudo da memória, mediante a análise de teóricos que dialogassem com a temática do projeto.

Na última fase (junho/2022 a agosto/2022), foram realizadas análises mais profundas acerca de todo o material coletado e a produção de trabalhos para a publicação em eventos, participando também de conferências e orientações on-line, concluindo os estudos com a produção do relatório final. Vale salientar, que para todos os estudos realizados, em todas as etapas, foram produzidas atividades que contribuíram com o aprofundamento da temática e crescimento da graduanda.

Mediante o exposto, com a intencionalidade de alcançar os objetivos estabelecidos, segue a organização das etapas desenvolvidas:

Quadro 1 - Cronograma do Projeto PIBIC 2021/2022:

(continua)

MESES/ANOS TRI MESTRES ETAPAS	Set. 2021 – Nov. 2021 1º	Dez. 2021 – Fev. 2022 2º	Mar. – Maio 2022 3º	Jun. – Ago. 2022 4º
1 - Levantamento da produção teórica sobre a temática e realização de estudos teórico-metodológicos; fichamentos. Orientação.	X	X	X	X
2- Levantamento de fontes documentais, legais, iconográficas e áudio visuais; pesquisa em sites e bibliotecas; participação em eventos. Orientação.		X		

Quadro 1 - Cronograma do Projeto PIBIC 2021/2022:

(conclusão)

3- Análise e interpretação da documentação coletada; - Estudos em grupo, discussões; - Produção textual (relatório, resumos, artigos para apresentação em eventos). Orientação.			X	
MESES/ANOS TRI MESTRES ETAPAS	Set. 2021 – Nov. 2021 1º	Dez. 2021 – Fev. 2022 2º	Mar. – Maio 2022 3º	Jun. – Ago. 2022 4º
4- Elaboração de Relatório Final; produção de artigo. Orientação. Autoavaliação e avaliação do trabalho realizado.				X

Fonte: Projeto de iniciação Científica/ PIBIC/UFPB, 2021/2022, “Memórias de uma proposta educacional para a formação popular: entre documentos, iconografias e as lições do livro de leitura viver é lutar (MEB, 1961-1963)”/“Entre documentos, iconografias e as lições de uma cartilha para alfabetização de jovens e adultos (MEB, 1961 - 1963): memórias e representações”. Disponível em: <https://sigaa.ufpb.br/sigaa/pesquisa/projetoPesquisa/criarProjetoPesquisa.do?dispatch=listByMembro>

RESULTADOS E DISCUSSÃO

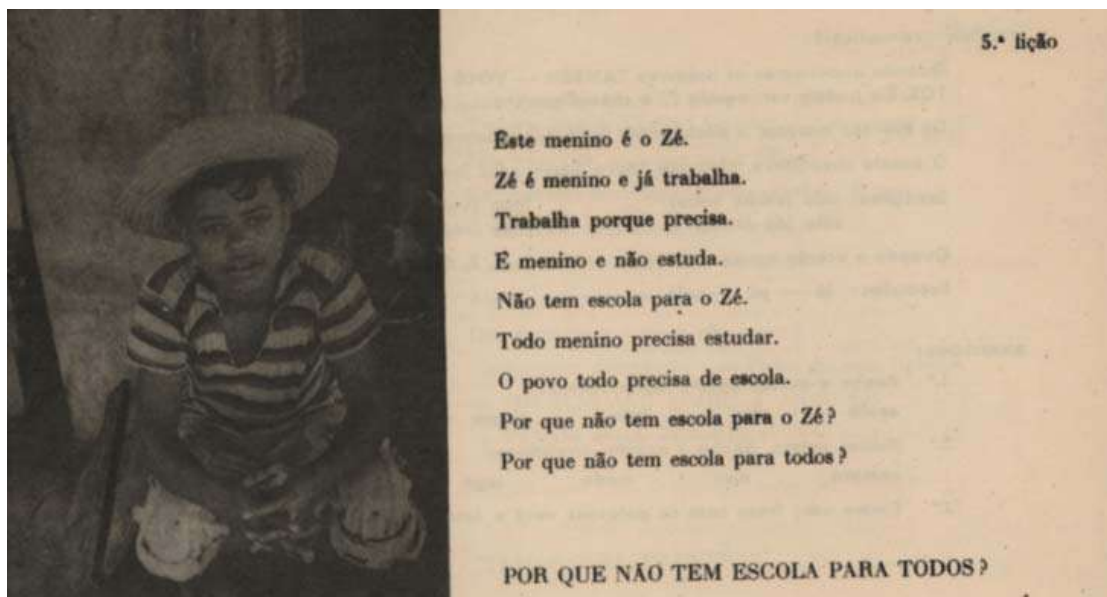
Para materializar as propostas do MEB, surge em 1963 a produção do livro de leitura para adultos “Viver é Lutar”, com o objetivo de continuar trilhando os caminhos do MEB rumo à conquista da cidadania dos sujeitos através de elementos iconográficos, textos e atividades que refletiam o sentido da educação da época.

Publicada em outubro de 1963, a cartilha possuía na sua forma estrutural 65 páginas ao total. A sua composição contava com 30 páginas para os textos, que compunham o enredo da história desenvolvida nesse documento e outras 30 páginas para os exercícios que precediam cada enredo. As outras 5 páginas eram distribuídas entre capa, contracapa, última fotografia da cartilha, enredo final e o posfácio escrito pelos autores. Ao total, a cartilha era composta por 34 imagens referentes à capa da cartilha e aos retratos do povo, que teciam o enredo das leituras/histórias, acompanhando as palavras e escritos educativos.

Cada lição era composta por uma imagem e história introdutória que, mediante os “retratos da vida, retratavam a situação do povo brasileiro, objetivando a politização do sujeito, a partir da valorização do homem e do favorecimento para a organização popular”.

Na cartilha, o sentido da educação dialogava, dentre outros temas, com o contexto político e social, esclarecendo a indissociabilidade entre os termos educar e conscientizar, característicos da pedagogia freireana. Ademais, não bastava o homem ser alfabetizado, era preciso que ele tomasse consciência de si e de seus direitos enquanto cidadão.

Figura 1 - Lição nº 5 da Cartilha “Viver é lutar: 2º livro de leitura para adultos”



Fonte: MEB. Cartilha Viver é Lutar: 2º livro de leitura para adultos. Rio de Janeiro, outubro de 1963. Fundo MEB. Acervo CEDIC.

A figura acima compõe a 5ª Lição da cartilha. Nela, ao lado esquerdo, há uma imagem de uma criança sentada, com as mãos cruzadas acima dos joelhos, olhos semicerrados para frente e na sua cabeça, um chapéu de palha característico dos trabalhadores da terra. Ao lado direito, está posicionado um pequeno texto que traduz a realidade das crianças pobres filhas dos trabalhadores rurais da época.

A fotografia, que dialoga com o leitor antes mesmo das palavras, revela o semblante de um menino cansado não dos lazeres comuns às crianças da sua idade e que, provavelmente, eram aproveitados pelos filhos da classe abastada, mas sim, do trabalho escasso de prazeres e distante da beleza infantil.

No texto, as frases “Zé é menino e já trabalha” / “trabalha porque precisa” evidencia a realidade de um povo sofrido, a quem os direitos eram constantemente negados. Nessa vida árdua, não havia espaço para outro pensamento, pois a “fome da barriga” obrigava o

trabalhador a entender que não havia saídas da vida de espoliação e miséria e assim, na tentativa de garantir o sustento da família, o trabalho era sobreposto à necessidade de se educar.

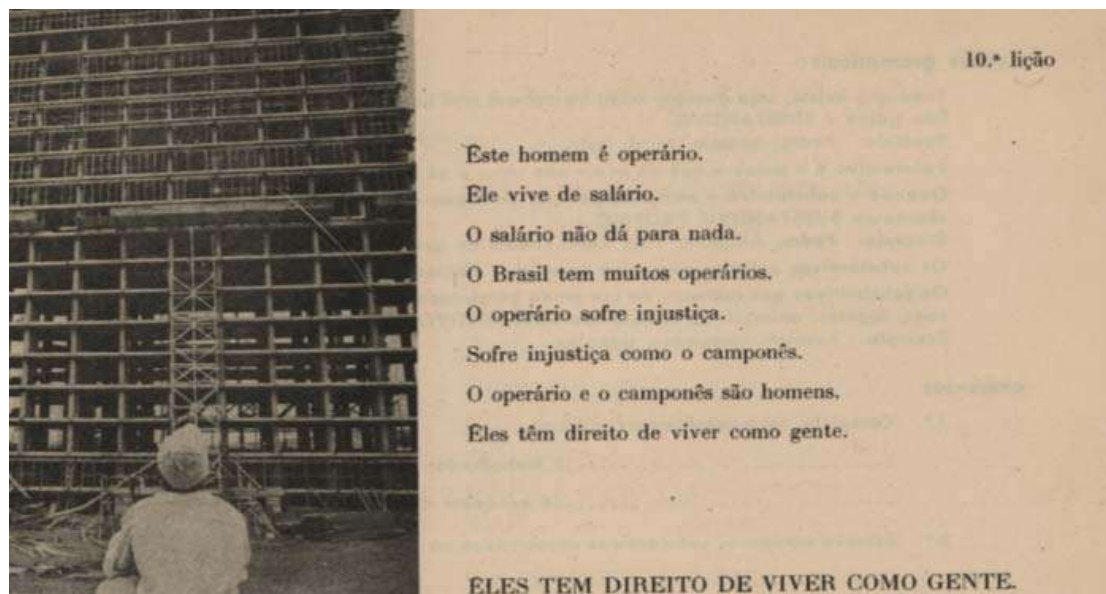
Os questionamentos finais “Por que não tem escola para o Zé”/ “Por que não tem escola para todos?” buscam gerar no leitor a reflexão sobre a ausência de oportunidades do ingresso de todos nas unidades de ensino, fato que colaborava para que as famílias se mantivessem à margem da sociedade, permanecendo mergulhadas no desconhecimento dos seus direitos.

Dessa forma, esses questionamentos são reveladores da distância entre a letra da Lei de Diretrizes de Bases da Educação Nacional (LDB), publicada em 1961, que garantia o direito de todos à educação e a realidade. Logo, se a classe trabalhadora permanecia excluída da garantia ao direito social à educação, evidencia-se que a lei não funciona para todos. Sobre essa questão, Santos (2014, p. 66) comenta que na dura realidade as

[...] crianças [...] tinham seu direito à escola negado, por ter que trabalhar desde cedo para contribuir na renda familiar. Esta negação praticada não pelos pais, pois estes não tinham esclarecimento, até porque eles próprios não sabiam ao menos o significado da escola, mas sim, negação do Estado Brasileiro, que ao expor todos a uma sociedade desigual, induz implicitamente as crianças a trabalharem para própria subsistência.

Esse conjunto de frases funciona também para chamar a atenção do leitor/trabalhador a analisar que, diante de uma lei que funciona apenas para uma classe social, a elite brasileira, ele precisa lutar pela conquista de seu direito civil para que a educação se materialize na prática, o que defende na teoria: o acesso a uma educação de qualidade para todos, já que todos somos iguais perante a lei.

Figura 2 - Lição nº 10 da Cartilha “Viver é lutar: 2º livro de leitura para adultos”.



Fonte: MEB. Cartilha Viver é Lutar: 2º livro de leitura para adultos. Rio de Janeiro, outubro de 1963. Fundo MEB. Acervo CEDIC.

Na figura acima, ao lado esquerdo, há uma fotografia de um homem sentado no chão, com a cabeça direcionada para o alto de um edifício em plena construção; ao lado direito, há um texto que dialoga com a vida do homem operário. A imagem, que acompanha e complementa o sentido do texto, revela a vida dos trabalhadores da década de 1960, que eram vistos apenas como objetos do capital, responsáveis por gerar mais valia para os donos da produção.

A atitude de observação dos grandes “feitos do homem” não é posta nesta lição por um simples acaso, ela demonstra uma grande contradição, em que aquele que com suas mãos cria imensos arranha-céus, muitas vezes, não possui nem um lugar digno para morar.

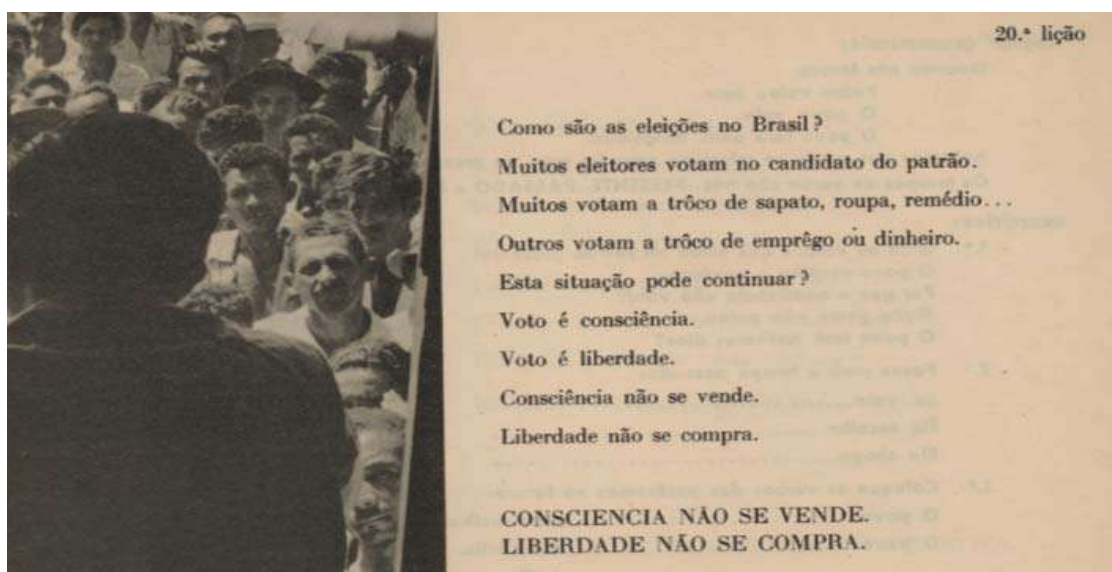
No texto, as frases “O salário não dá para nada”/ “O operário e o camponês são homens”/“Eles têm direito de viver como gente” desvelam o pensamento de um trabalhador que deixa de se identificar como massa e passa a se enxergar como povo (CARVALHO, 2021). Nesse sentido, Andrade e Tisque (2009, p. 139) esclarecem que

[...] a estrutura da cartilha trabalha na perspectiva do tripé político pedagógico para assegurar através da ação alfabetizadora um movimento que leve os educandos a desvendar a sua realidade, percebendo seus mecanismos de alienação e exploração. Uma conscientização que deve provocar mudanças, novas atitudes frente à realidade apreendida para sua transformação.

Assim, essas falas objetivam proporcionar no leitor/trabalhador uma tomada de consciência, uma vez que, ao compreender que o povo é explorado, automaticamente, o sujeito começa também a refletir sobre o motivo que origina essa exploração, percebendo, então, o arranjo desigual da sociedade capitalista, que sobrepõe os interesses de uma determinada classe às custas do velamento dos direitos da camada popular.

Dessa forma, a palavra “povo”, transcendendo a significação oficial, nos anos de 1960 não estava ligada a ideia de meros sujeitos, mas sim de indivíduos que deveriam ser vistos pela sociedade como trabalhadores e cidadãos, possuidores de direitos civis, sociais e políticos.

Figura 3 - Lição nº 20 da Cartilha “Viver é lutar: 2º livro de leitura para adultos”



Fonte: MEB. Cartilha Viver é Lutar: 2º livro de leitura para adultos. Rio de Janeiro, outubro de 1963. Fundo MEB. Acervo CEDIC.

Na 20ª Lição da cartilha, ao lado esquerdo, encontra-se uma fotografia que apresenta um homem, de costas para a câmera, falando para um público de trabalhadores, localizados no fundo do retrato, cujos semblantes revelam uma atenção ao diálogo que estava sendo tecido. Ao lado direito, há um texto que, em singularidade com o retrato, elucida o trabalhador acerca da importância do direito político de votar e ser votado,

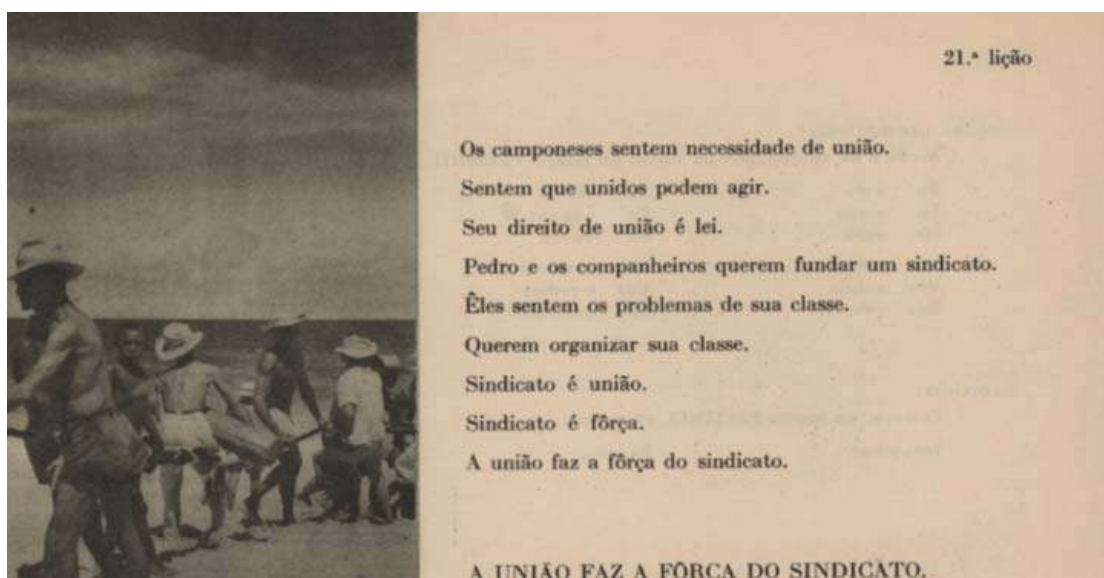
direito que no Brasil, naquela época, não era concedido aos analfabetos. Assim, Tenório (2020, p. 128) relembra:

[...] salientamos que os analfabetos não tinham direito ao voto naquela época. Nesse sentido, para que ocorram as mudanças no país, era preciso que todo o povo participe ativamente do processo político. Diante do exposto, a proposta do MEB era promover no aluno reflexões acerca de sua posição, como sujeito e da participação das ações do governo através do voto. Essa mudança, no entanto, não está posta no sentido revolucionário, ou seja, no sentido de uma metamorfose estrutural ou encaminhamento para o comunismo, já que a igreja tinha uma posição contrária a ideologia comunista. O sentido de mudança está no aspecto conjuntural histórico, ou seja, no melhoramento do capitalismo, uma abertura para a participação ativa do povo eleger os seus representantes.

A imagem evidencia uma mudança no pensamento dos trabalhadores da época, pois sujeitos reunidos na década de 1960 significavam a força popular pela promoção de mudanças na sociedade. No enredo, as frases “Voto é consciência” / “Voto é liberdade” esclarecem para o leitor/trabalhador uma mudança significativa no pensamento do sujeito, considerando que agora ele possui a consciência de que é dever dele realizar a escolha de seu representante, não sendo mais escolha dos donos da terra que praticavam o “voto de cabresto”.

O ato de votar, torna-se, então, mais que um mecanismo de escolha; pois representa a tomada de um direito que garante ao sujeito refletir acerca do seu poder de decisão.

Figura 4 - Lição nº 21 da Cartilha “Viver é lutar: 2º livro de leitura para adultos”.



Fonte: MEB. Cartilha Viver é Lutar: 2º livro de leitura para adultos. Rio de Janeiro, outubro de 1963. Fundo MEB. Acervo CEDIC

Na 21^a Lição da cartilha, ao lado esquerdo, há um retrato com sete homens e duas crianças trabalhando em conjunto. Ao lado direito, um texto que dialoga com o leitor acerca do sentido da união popular. As frases “Pedro e os companheiros querem fundar um sindicato” / “Sindicato é união”/ “Sindicato é força” revelam a elucidação dos trabalhadores na década de 1960 que percebem na união popular uma solução para a reivindicação dos seus direitos. Acerca disso, Tenório (2020, p. 130) esclarece que:

[...] é necessário engajamento, mobilização, para lutar e resistir contra a opressão. Em outros termos, só unidos e organizados como classe, os sujeitos têm condições de defender os seus interesses contra a exploração da classe dominante. [...] É conveniente lembrar que os sindicatos são movimentos da classe trabalhadora que surgiram durante a expansão do capitalismo pela Europa e, posteriormente, para outros 63 países, como forma de resistência à exploração da jornada de trabalho, às péssimas condições de trabalho e aos salários reduzidos.

Além disso, as frases mostram também que no início dos anos 1960, de acordo com as reformas de base propostas pelo governo de Jango, os sindicatos já estavam se organizando e iniciando a luta por melhores condições de trabalho e salários justos para a população. Nesse mesmo caminho, o povo também já estava acreditando no valor dessas instituições sociais, aderindo ao engajamento e às mobilizações.

Sendo assim, o texto busca elucidar para o leitor/trabalhador que a organização dos sujeitos em sindicatos não é neutra, pois demonstra uma intencionalidade política de um povo consciente, que objetiva lutar pela conquista de seus direitos. Nesse texto, a mobilização do povo significa a conquista da cidadania, através dos direitos civis, políticos e sociais e a luta pela resistência do direito de ser cidadão.

Logo, contrapondo a ideia politizadora do movimento e retomando a ideia de retrocesso ressaltado no início do capítulo, torna-se importante lembrar que a Cartilha foi criada no final dos anos de 1963 e sua distribuição estava prevista para o início de 1964. Porém, com o golpe civil militar de 1964, quando se estabelece uma onda de privatismo na educação (CUNHA, 2002), ela não foi totalmente distribuída, funcionando na forma de exemplares em algumas escolas radiofônicas, pois, como observam Alves e Tonnetti (2021, p. 3):

No início de janeiro de 1964, ficaram prontos os cinquenta mil exemplares da cartilha “Viver é lutar” – dos cem mil inicialmente contratados, que não chegaram a ser impressos em virtude da apreensão de três mil exemplares pelo regime ditatorial.

Dessa forma, o sucesso do Movimento e a materialização da sua proposta na cartilha elevaram as preocupações da camada dominante que, com o golpe civil-militar de 1964, impediram a distribuição dos exemplares da cartilha e a destruição dos anseios pela cidadania que vinham sendo construídos pelos ensinamentos do MEB e por outros movimentos populares.

CONCLUSÕES

O cenário de transformações vivenciado na década de 1960 abre o convite para que as gerações posteriores assumam o compromisso de lutar pela memória de um Movimento que representou a força popular contra as armadilhas dominantes, evitando, assim, o risco do esquecimento.

Recolher os “cacos” do passado, considerando-os como pontes para a compreensão do presente e construção do futuro, torna-se trabalho inerente ao historiador, em seu incansável trabalho de ressignificação da História e luta pela resistência da memória.

Sendo assim, rememorar o contexto e as proposições nascentes do MEB, mediante a análise da Cartilha “Viver é Lutar”, implicaram no entendimento que a educação caminha lado a lado com as mudanças ocorridas na sociedade, as quais culminavam, naquele período, para um projeto de educação pautado na emancipação popular.

Para tanto, é necessário o enfrentamento pela resistência e visibilidade dessa memória, a fim de que ela não se esvaia na obscuridade do esquecimento. Ora, a Cartilha do MEB é um importante documento, com suas lições e iconografias reveladoras, testemunha de um tempo que precisa ser desvelado, estudado, escovado a contrapelo. E o historiador da educação não pode abdicar dessa tarefa que é sua. Nesse sentido, desenvolvendo o trabalho de rememorar e “catando” fontes e discursos, contribuimos para novas leituras e olhares sobre o MEB.

As lições dessa cartilha apresentam-se como memória coletiva, como subjetividade de uma camada da população oprimida e violentada em seus direitos, de modo que, analisar esses “achados” contribuirá no preenchimento de lacunas educacionais e históricas.

Perspectivas

Reviver as memórias do Movimento de Educação de Base (MEB) em um momento em que a sociedade brasileira vivenciava retrocessos históricos, no que se refere às tentativas de descrédito e velamento da democracia, significou demonstrar na prática que o passado não se esgota nas páginas dos escritos da História Oficial, mas se refaz constantemente no tempo presente, podendo ser retomado e reescrito.

Nesse sentido, sendo o MEB um Movimento educacional que possibilitou o sujeito pobre alcançar a cidadania e resgatar a dignidade humana, o sentido da sua rememoração no tempo presente considerou a necessidade de permitir que as gerações atuais e futuras possam não somente conhecer, mas também se inspirar e engajar-se na luta pela resistência dos direitos da camada popular.

Além disso, relembrar o Movimento tornou-se uma forma de reafirmar que a Educação ainda continua sendo a principal promotora da esperança e da transformação, como bem apontava Paulo Freire. Rememorar o MEB, pois, significou permitir que a sua memória resista contra as armadilhas do tempo e as tentativas dominantes astutas de apagamento dessa memória coletiva.

REFERÊNCIAS

ALVES, Kelly Ludkiewicz; TONNETTI, Flávio Américo. Viver é lutar: perspectivas políticas na coleção didática para a alfabetização de adultos do movimento de educação de base. **Educação em revista [online]**. 2021, v. 37, e. 25250, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-4698225250>. Acesso em: 12 nov. 2021.

ANDRADE, Edinaldo Costa; TISQUE, Fernando Henrique dos Santos. “**Viver é lutar**”: análise do material didático do MEB e do MST para a alfabetização de jovens e adultos. 2009. Disponível em: https://app.utp.br/cadernosdepesquisa/pdfs/cad_pesq8/8_viver_lutar_cp8.pdf. Acesso em: 02 abr. 2022.

BOMENY, Helena. **O sentido político da educação de Jango**. Rio de Janeiro: CPDOC. 2017. Disponível em: <https://historico.institutojoaogoulart.org.br/noticia.php?id=1365>. Acesso em: 19 mar. 2020.

CAMILO, Rodrigo Augusto Leão. **A teoria da libertação no Brasil**: das formulações iniciais de sua doutrina aos novos desafios da atualidade. *In*: II SEMINÁRIO DE PESQUISA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS SOCIAIS DA UFG (Universidade Federal de

Goiás). 2011, Goiânia, Anais [...]. Goiânia: UFG, 2011. Disponível em: http://anais.cienciassociais.ufg.br/up/253/o/Rodrigo_Augusto_Leao_Camilo.pdf. Acesso em: 07 abr. 2022.

CARVALHO, Maria Elizete Guimarães. **Anotações de aula**. João Pessoa, UFPB, 2021.

CNBB. Decreto sobre o Movimento de Educação de base. *In: Comunicado Mensal*, n.103, abril de 1961.

COESEL, Alessandra; FERNANDES, Michelle de Lima. **A história dos movimentos de educação popular das décadas de 1950 e 1960**. *In: I SEMINARIO DE PEDAGOGIA; IV ENCONTRO DE EDUCACAO INFANTIL; II JORNADA DE COGNICAO E APRENDIZAGEM*, 2010, Irati. Anais [...]. Irati, 2010. Disponível em: https://anais.unicentro.br/seped/2010/pdf/resumo_131.pdf. Acesso em: 07 abr. 2022.

CUNHA, Luiz Antônio; GÓES, Moacyr de. **O golpe na educação**. 11. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2002.

CUNHA, Luiz Antônio. Educação: grande negócio. *In: CUNHA, Luiz Antônio; GÓES, Moacyr de. O golpe na educação*. 11. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2002.

FÁVERO, Osmar. **Uma pedagogia da participação popular**: análise da prática educativa do MEB – Movimento de Educação de Base (1961/1966). ilustrações de Paulo Cheida Sans. Campinas, SP: Autores Associados, 2006. – (Coleção Educação Contemporânea)

GAGNEBIN, Jeanne Marie. **Lembrar, escrever, esquecer**. 2. ed. São Paulo: Editora 34, 2009

GÓES, Moacyr de. Voz ativa. *In: CUNHA, Luiz Antônio; GÓES, Moacyr de. O golpe na educação*. 11. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2002.

LE GOFF, Jacques. **História e Memória**. Campinas: Unicamp, 2003. Disponível em: <https://www.ufrb.edu.br/ppgcom/images/Hist%C3%B3ria-e-Mem%C3%B3ria.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2021.

LENZ, Matias Martinho. O concílio do Vaticano II: a presença da igreja no mundo em espírito de serviço, em especial aos mais pobres. **Revista Pistis Prax**, v. 4, n. 2, p. 421-440, jul./dez. 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325159436_O_concilio_do_Vaticano_II_a_presenca_da_igreja_no_mundo_em_espírito_de_servico_em_especial_aos_mais_pobres. Acesso em: 02 abr. 2022.

MEB. **Cartilha Viver é lutar**: 2º livro de leitura para adultos. Contém 30 lições, ilustradas com fotos e acompanhadas de noções gramaticais e exercícios. Rio de Janeiro, 1964, 64p.

MORAES, Claudia de Souza. Uma escola para o homem rural: a cultura popular, os camponeses e o movimento de educação de base (1960-1964). **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.38, n. 2, p. 515-529, abr./jun., 2012.

PAIVA, Vanilda Pereira. **Educação popular e educação de adultos**. São Paulo: Loyola, 1983.

PROJETO de iniciação Científica/ PIBIC/UFPB, 2021/2022. **Memórias de uma proposta educacional para a formação popular**: entre documentos, iconografias e as lições do livro de leitura viver é lutar (MEB, 1961-1963)/Entre documentos, iconografias e as lições de uma cartilha para alfabetização de jovens e adultos (MEB, 1961 - 1963): memórias e representações. Disponível em: <https://sigaa.ufpb.br/sigaa/pesquisa/projetoPesquisa/criarProjetoPesquisa.do?dispatch=listByMembro>. Acesso em: 12 jan. 2022.

SANTOS, Lidiane Nayara Nascimento dos. **Viver é lutar**: a proposta didático pedagógica do Movimento de Educação de Base (1961-1966). 2014. 76 f. Monografia – Centro de Educação, programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

SHARPE, Jim. A história vista de baixo. *In*: BURKE, Peter. (org.). **A escrita da história**: novas perspectivas. Tradução de Magda Lopes. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1992. (Biblioteca básica).

TENÓRIO, Francisco da Silva. **O discurso de resistência nos materiais didáticos do Movimento de Educação de Base (MEB)**. 2020. 158 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Centro de Educação, Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020.

VENTURA, Jaqueline Pereira. **Educação de Jovens e Adultos trabalhadores no Brasil**: revendo alguns marcos históricos. 2001. Disponível em: <http://ppgo.sites.uff.br/wp-content/uploads/sites/296/2017/12>. Acesso: 15 jul. 2022.

A IMPORTÂNCIA DAS DOCENTES E DOS DOCENTES DO *CAMPUS* III NO COTIDIANO DAS CIDADES DE BANANEIRAS E SOLÂNEA

Ronielson Matteus da Silva¹ Amanda Christine do Nascimento Marques² Josineide da Silva Bezerra³

RESUMO

A pesquisa que desenvolvemos verificou aspectos das interações que o pessoal docente do *Campus* III da UFPB estabelece com as cidades de Bananeiras e Solânea. Nelas, as/os docentes consomem produtos e serviços, buscam espaços de lazer e se relacionam com a sociedade local. Tecemos a nossa investigação por meio da busca de informações sobre práticas de consumo e acerca das condições de moradia de tais profissionais, bem como sobre alguma atuação política exercida naquelas localidades. Como metodologia, aplicamos um questionário com 11 questões, que foram tabuladas e analisadas, conferindo ao trabalho um caráter quantitativo e qualitativo. Com ele, ressaltamos o entendimento de que a UFPB impacta as dinâmicas socioespaciais locais, ao gerar empregos e fluxos, na oferta e consumo de bens e serviços. Igualmente, o trabalho possibilitou um exercício de pesquisa por um estudante da educação básica, instigado a pensar a importância das universidades acadêmica e socialmente.

Palavras-chave: Interiorização da UFPB. *Campus* III. Cotidiano local. Interações relacionais.

¹ ronielsonbalbinodasilva@gmail.com

² amandamarques.geografia@gmail.com

³ prof.neide@uol.com.br, A importância das docentes e dos docentes da UFPB no cotidiano das cidades de Bananeiras e Solânea/A importância das docentes e dos docentes do *Campus* III no cotidiano das cidades de Bananeiras e Solânea, (83) 99919-4919, josineide.bezerra@academico.ufpb.br

APRESENTAÇÃO

De acordo com o último Censo da Educação Superior (INEP, 2022), o Brasil conta com mais de 2,5 mil Instituições de Ensino Superior (IES), nas quais verificamos a matrícula de quase 9 milhões de estudantes. Desse total de pessoas matriculadas, 23% estão vinculadas à rede pública. Em relação ao pessoal docente, o país conta com mais de 320 mil profissionais, sendo 53% delas/es atuantes nessa rede.

A UFPB está inserida nesses números, constituindo a maior universidade da Paraíba. Com uma estrutura multicampi, encontra-se instalada na capital e em mais cinco municípios, no interior do estado. A nossa pesquisa voltou-se para essa instituição, com ênfase no seu processo de interiorização, a partir do qual situamos o *Campus III*, localizado em Bananeiras, no brejo paraibano.

Esse processo foi intensificado pelas universidades públicas brasileiras como um todo, notadamente nas últimas duas décadas. Entre outros aspectos, a interiorização expandiu o ensino superior público para além das capitais e dos grandes centros urbanos, o que veio a contribuir com os indicadores trazidos acima, embora sejam esses ainda modestos, uma vez que menos de 20% da população jovem do país cursa uma graduação (INEP, 2022).

O *Campus III* corresponde ao Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA), em cujo quadro funcional contamos 134 docentes com vínculo efetivo. Além da formação superior, o centro também abriga o Colégio Agrícola Vidal de Negreiros (CAVN). O CAVN está inserido na rede de 23 escolas que são vinculadas a universidades federais, voltadas à Educação Básica, Técnica e Tecnológica.

Esses docentes atuam nos cursos superiores de Administração, Agroecologia, Agroindústria, Ciências Agrárias e Pedagogia, bem como nos programas de Pós-graduação em Ciências Agrárias e Tecnologia Agroalimentar. De igual modo, uma parte dessas/es profissionais desenvolve as suas atividades nos cursos oferecidos pelo CAVN.

Localizado a 140 quilômetros da capital do estado, o *campus* nasceu em Bananeiras, mas, subindo a primeira e a segunda chã, ampliou as suas instalações em direção a Solânea. Essas cidades formam uma conurbação que soma uma população com pouco mais de 48 mil pessoas (IBGE, 2019). Fitamos esse ambiente e desenvolvemos um

trabalho que verificou algumas das interações que o pessoal docente do CCHSA por lá estabelece.

Tínhamos por hipótese que essas interações impactavam positivamente as dinâmicas socioespaciais locais, por exemplo, com a geração de emprego e renda. Nesse sentido, procuramos investigar a ligação tecida por professoras e professores com aquelas cidades, no uso dos lugares, com base em indicadores como estes: práticas de consumo; perfil de moradia ou local de estada; e domicílio eleitoral. Além disso, buscamos dados complementares, como a qualificação acadêmica e o ano de ingresso na instituição.

Pensamos o projeto de estudo com foco em um edital do Pibic-EM, um programa que tem por objetivo estimular o exercício da pesquisa por estudantes da educação básica – no nosso caso, estudantes do CAVN. Na medida em que o colégio está inserido na UFPB, recortamos a universidade como objeto de investigação, considerando o seu corpo docente e, em alguma medida, a centralidade do *Campus* III, não em relação à universidade, mas em relação às cidades que o abrigam.

Com base nos resultados da pesquisa, ressaltamos a importância desse centro universitário, com amparo em estudiosos como Oliveira Jr (2014) e Farias e Silva (2015, p. 120). Segundo estes últimos, a “universidade atua como empregadora e geradora de fluxos de gastos dentro da região [em que se encontra]”, tanto a partir das pessoas que nela trabalham quanto por meio do pessoal discente por ela atraído. Os autores estudaram o *Campus* IV da UFPB, instalado nas cidades de Mamanguape e Rio Tinto.

O trabalho aqui apresentado nos trouxe um panorama de como as/os profissionais docentes do CCHSA se ligam a Bananeiras e Solânea, nelas atuando, conforme os marcadores que selecionamos. Afinal, como docentes ou como estudante, nós mesmos, que fizemos este estudo, circulamos, nos divertimos, ocupamos espaços nessas localidades.

Ademais, o trabalho nos aproximou da história da UFPB, do seu processo de interiorização, realizando-se como uma pesquisa instigante e exequível em um programa com o perfil de Pibic-EM. Neste texto, damos a conhecer a investigação que fizemos, seus passos e motivações, os resultados aos quais chegamos e os estudos que nos serviram de referência.

FUNDAMENTAÇÃO

A chegada do ensino superior ao Brasil foi muito tardia, quando comparada à história de outras ex-colônias europeias na América. Nas possessões espanholas, as primeiras universidades, organizadas como instituições religiosas, foram criadas no século XVI, nas localidades que, hoje, correspondem ao México e ao Peru.

Por aqui, “foi política sistemática do governo português nunca permitir a instalação de estabelecimentos de ensino superior”, conforme destacado por Carvalho (2003, p. 69), em seu estudo sobre a elite política imperial brasileira. Ainda segundo esse autor, o propósito dessa interdição era fortalecer a dependência da colônia em relação à metrópole, inclusive no que respeita à formação acadêmica e intelectual dos filhos das famílias que compunham as elites socioeconômicas coloniais, como aquelas ligadas aos engenhos de açúcar.

Daí porque, até início do século XIX, a formação superior somente era feita em ultramar, sendo a Universidade de Coimbra, em Portugal, a que mais recebeu estudantes advindos do Brasil. Isso ajudou a contornar um perfil mais homogêneo em relação às formas de pensar e ao treinamento burocrático daquelas elites, fortalecendo-as como segmento social.

A formação jurídica foi a mais escolhida para perfilar a qualificação daqueles que integravam os extratos mais abastados. Metaforicamente, no país “gigante pela própria natureza”, Carvalho (2003, p. 65) refere-se ao conjunto das pessoas que tinham educação acadêmica como uma “ilha de letrados num mar de analfabetos”.

Nesse contexto, a oferta de ensino superior apenas aconteceu pouco antes do processo de independência política do Brasil, com a abertura das primeiras Escolas de Medicina, datadas de 1813 e 1815, em meio à transferência da Corte portuguesa para o Brasil. Em seguida, já sob o governo imperial, vieram os primeiros cursos de Direito, em 1827. Foram instalados no Rio de Janeiro, então capital do país, e em Salvador, São Paulo e Olinda, pela centralidade política, social e econômica dessas cidades.

Para além de cursos isolados, foi apenas no período republicano que as primeiras instituições universitárias públicas foram criadas. Salientamos a abertura da Universidade do Rio de Janeiro, em 1920, e a criação da Universidade de São Paulo, em

1934. Voltado ao tema, Bizerril (2020) assinala que, nas décadas seguintes, diferentes instituições superiores foram abertas, especialmente por iniciativa de governos estaduais.

A história das universidades é permeada por injunções políticas. Nas décadas iniciais do século passado, vivia-se um contexto de disputas pela modernização produtiva e pela modernização do próprio Estado brasileiro, um cenário que repercutiu no campo educacional, com a necessidade de expandir a formação escolar e acadêmica e de criar espaços para o desenvolvimento da pesquisa científica. A origem do Ministério da Educação remonta àquele momento, em 1930.

No decorrer dos anos, as instituições superiores constituídas nos estados foram progressivamente federalizadas. A então Universidade da Paraíba seguiu esse roteiro, criada com base na Lei Estadual Nº. 1.366, de 02 de dezembro de 1955. A sua criação é conformada por meio da junção de centros de formação específicas já existentes, como a Escola de Agronomia, cuja origem é de 1934, as Faculdades de Direito e de Ciências Econômicas e a Escola Politécnica, que deram ensejo a um núcleo universitário comum (LIMEIRA; FORMIGA, 1986).

Pouco depois, em 1960, com fulcro na Lei nº 3.835, de 13 de dezembro de 1960, a universidade passou à esfera do governo federal, nos moldes como a conhecemos, sendo nomeada Universidade Federal da Paraíba (UFPB). À medida que reunia centros de ensino instalados em João Pessoa, Campina Grande e Areia, a UFPB desde sempre apresenta uma configuração multicampi.

Na década de 1970, essa estrutura foi ampliada, chegando a outras cidades do interior do estado, com a abertura de novos espaços formativos ou com a incorporação de escolas superiores ou faculdades que já existiam. Isso é verificável em Bananeiras, no brejo, e em Patos, Souza e Cajazeiras, no sertão.

Essa feição multicampi da UFPB era mais ampla que aquela comumente identificável. Para termos uma ideia, de acordo com Cocco *et al.* (2014, p. 2), “de 1808 a 2002, no Brasil, existiam 148 *campi* de universidades federais, instalados em 114 municípios”. Em dados do ano 2000, o país contava com 49 universidades desse tipo. Isso implica que, em média, cada uma delas estaria presente em 2,3 municípios. A federal da Paraíba, vinte anos antes, encontrava-se instalada em sete localidades municipais.

Interessamo-nos por essa característica, que é a sua interiorização. Afora estender o ensino superior público para além de um *campus* central, a rigor nas capitais, a interiorização certamente contribuiu para minimizar a recorrente feição elitista desse nível de ensino.

Mais recentemente, os governos de Lula da Silva e Dilma Roussef consagraram esse modelo, à luz de políticas públicas como o Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni), instituído por meio do Decreto nº 6.096/2007, que tinha por objetivo “criar condições para a ampliação do acesso e permanência na educação superior”⁴. Vale destacar que entre 2008 e 2019, 14 universidades foram criadas em todo o país.

Essas políticas fortaleceram as universidades, com a abertura de *campi* e de cursos e com o aumento de vagas e de concursos para servidores, o que repercutiu na vida local, nas capitais ou no interior, sob diferentes feições. Costa Filho (2015), por exemplo, estudou as origens e a expansão do ensino superior em Cajazeiras, no sertão da Paraíba, analisando os rebatimentos desse processo na estruturação urbana dessa cidade. Daí reconhecer a sua relevância, configurando-o como uma

mola propulsora para a intensificação das relações interurbanas regionais e para a diversificação da economia local. Diariamente Cajazeiras recebe um acentuado fluxo de pessoas que se deslocam de pequenos municípios e centros emergentes da região do Alto Sertão da Paraíba, de parte do Sudeste do Ceará e Sudoeste do Rio Grande do Norte. (COSTA FILHO, 2015, p. 61).

Para Oliveira Jr (2014), também estudioso do tema, as universidades são vetores para o desenvolvimento local e regional, pelas pesquisas e projetos que elas viabilizam e pelo impacto socioeconômico que perpassa por elas a curto e médio prazo, a começar pelo aporte de recursos viabilizado pelo ente federal. Além disso, assinala:

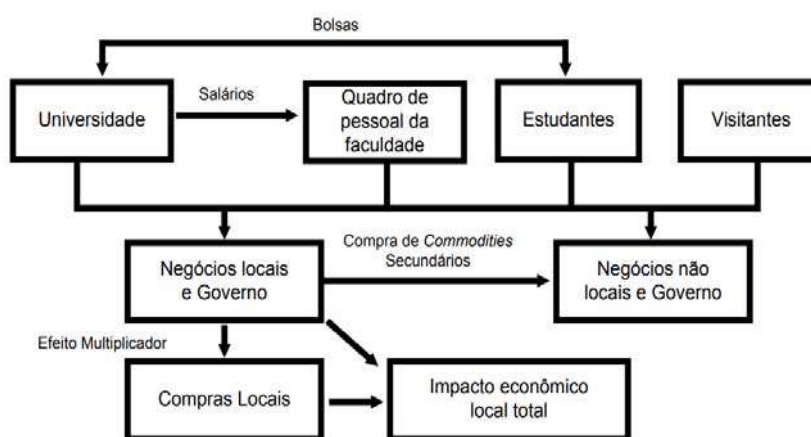
toda nova atividade instalada em uma região resulta no chamado efeito multiplicador dos investimentos que provocará um aumento do dispêndio, já que os trabalhadores gastarão sua renda comprando serviços locais, que levará ao aumento do insumo das firmas, que por sua vez aumentará a produção e gerará novos postos de trabalho, causando uma elevação maior no setor terciário, mais especificamente no setor de serviços. (2014, p.7).

⁴ Decreto disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6096.htm. Acesso em: 12 mar. 2023.

Indo ao encontro dessa abordagem, outro pesquisador sentencia: “a presença da universidade cria uma nova realidade no contexto regional e, mesmo de forma indireta, institui novas ações comerciais, favorecendo o desenvolvimento econômico, como o surgimento de pousadas, restaurantes e outros ramos do comércio” (SANTOS, 2014, p. 27).

Nesse mesmo trabalho, o autor disponibiliza a representação abaixo. O seu foco é mais ampliado que o nosso, incluindo as figuras de docentes, discentes e público externo:

Figura 1 - Fluxograma do impacto da universidade na economia local



Fonte: Santos (2014, p. 31).

Em alguma medida, buscamos uma inserção neste debate. Tomamos Bananeiras como recorte de pesquisa. A presença da UFPB nessa cidade remonta a 1976, quando foi criado o Centro de Formação de Tecnólogos (CFT), articulado às atividades há muito desenvolvidas pelo Colégio Agrícola, aberto em 1924.

Portanto, o colégio serviu de base formativa para o que viria a ser o novo *Campus* III da UFPB⁵. Em 2008, o CFT foi reorganizado, vindo a ser o Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA), melhor adequado ao aumento e à diversificação dos cursos que passaram a ser ofertados. A seguir, reproduzimos uma imagem do *campus*, em sua área central, sem contemplar as edificações existentes na primeira e na segunda chã.

⁵ Esse arranjo está relacionado à criação da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em 2002, desmembrada da UFPB. Nessa universidade, o *Campus* III correspondia ao centro instalado em Areia, o qual, por sua vez, passou a configurar o *Campus* II.

Figura 2 - Fotografia da área central do CCHSA/UFPB



Fonte: Página oficial do CCHSA. Disponível em <http://www.cchsa.ufpb.br/cchsa/contents/menu/institucional/apresentacao>. Acesso em: 14 mar. 2023.

Trabalhamos apenas com um segmento, desenvolvendo como plano de trabalho um levantamento sobre as práticas relacionais que as servidoras e servidores docentes exercem com Bananeiras e Solânea, efetivadas nas suas vivências com esses lugares. Tais práticas ganham forma a partir do consumo de bens e serviços ou por meio de experiências como a participação nos processos eleitorais nelas realizados.

Na coleta de dados, entendemos que o uso do questionário foi um facilitador do acesso ao agrupamento amostral que escolhemos. De acordo com Gil (1999, p. 128), o questionário é uma “técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc”.

Fitamos as situações vivenciadas: o uso de bares e restaurantes, para lazer ou alimentação; a locação de moradia ou o pagamento de estadas temporárias em uma das cidades; o tempo de vínculo funcional com o campus; a vinculação ou não do domicílio eleitoral às cidades-sede; a qualificação acadêmica da pessoa que participou da pesquisa.

Propomos onze questões, sendo nove delas objetivas, trazendo possibilidades de respostas à escolha, e duas questões abertas – em uma, pedimos uma informação pontual

quanto à naturalidade da pessoa entrevistada; em outra, pedimos uma resposta textual, com a manifestação de uma opinião pessoal.

Assim, o trabalho apresenta um viés quantitativo, em que se faz necessário compor uma tabulação dos dados recolhidos. Igualmente, encerra um viés qualitativo, diante da possibilidade de manifestação textual dos sujeitos envolvidos, ampliando o diálogo com esses sujeitos, tecido à maneira de suas respostas.

METODOLOGIA

Desenvolvemos a pesquisa por meio de um trabalho de gabinete. Ao longo de dois semestres, realizamos sessões periódicas de estudo. Nas primeiras, analisamos o projeto apresentado ao Pibic-EM.

A partir de então, nos debruçamos sobre o processo histórico de formação e de interiorização das universidades públicas, em especial da UFPB. Neste contexto, identificamos a tardia e limitada oferta desse nível de ensino. Abordamos, ainda, publicações acerca da importância do ensino superior para o desenvolvimento local e regional, sendo este indispensável à qualificação cultural, acadêmica, científica e política de qualquer país.

Buscamos textos os mais didáticos possíveis. Priorizamos as publicações produzidas a partir de eventos acadêmicos. Previamente, em cada sessão de estudo, o material era disponibilizado para as pessoas integrantes da pesquisa, sendo trazido à discussão nos encontros seguintes.

Por outro lado, também realizamos um trabalho de campo, por intermédio da aplicação de um questionário do tipo fechado. À luz de Richardson (1999), anotamos essa tipificação porque utilizamos questões predominantemente objetivas, de múltipla escolha e dicotômicas. Apenas a última questão requeria a manifestação de uma opinião pela pessoa entrevistada, atinente ao seu entendimento acerca da importância da universidade para vida local.

Eis os aspectos gerais dos nossos questionamentos:

- a) Tempo de vínculo com o CCHSA e qualificação acadêmica;

- b) Naturalidade e domicílio eleitoral;
- c) Se residente ou não em Bananeiras ou Solânea e o tipo de moradia ou estada;
- d) Feitura de refeições, se em casa ou em restaurantes;
- e) Uso de espaços das cidades, como feiras ou lojas comerciais;
- f) Como é compreendida a importância ou não da universidade.

Aplicamos um questionário não assistido, uma vez que foi disponibilizado virtualmente para devolução posterior, por meio do *Google Forms*. No encaminhamento desse recurso, usamos os grupos de *Whatsapp* que agregam as professoras e professores do *campus*, relacionados a departamentos e coordenações pedagógicas, bem como o grupo usado pelo sindicato docente (Aduf-PB, seção Bananeiras) no contato entre as pessoas a ele filiadas.

Mapeamos algumas práticas relacionais que as/os profissionais docentes exercem com as cidades de Bananeiras e de Solânea. Como a pesquisa foi iniciada ainda em período letivo remoto, utilizamos a ferramenta *Google Forms*. Começamos a lançar mão desse recurso a partir do terceiro mês de vigência do projeto.

Contatamos formalmente as coordenações de curso e os departamentos, buscando o acesso a emails e contatos de professoras e professores. Da mesma maneira, acessamos os grupos de *Whatsapp* do *campus*, com o fim de darmos a conhecer o trabalho, em sistemático apelo à participação das pessoas, indicando a sua relevância, inclusive por estar vinculada a uma bolsa de pesquisa.

Remetemos o questionário a todas as professoras e professores, ou seja, a um conjunto de 134 profissionais. Assim o fizemos porque consideramos a praticidade da ferramenta utilizada. Além disso, porque apresentamos questionamentos objetivos, com o uso de uma comunicação simples. Intentamos facilitar o entendimento e a feitura da coleta de dados que apresentamos e, da mesma forma, agilizar a leitura e a sistematização das respostas.

Programamos a aplicação do questionário, com a sua conseqüente devolução, entre o segundo e o quinto mês de vigência do projeto. Todavia, tivemos que delongar esse prazo em mais dois meses, em função do ritmo lento de retorno pelas/os docentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto de pesquisa oportunizou o contato com estudos como os de Cocco (2014) e Bizerril (2020), voltados às origens e expansão das universidades brasileiras. Com eles, identificamos a chegada tardia do ensino superior ao país, e, noutra ponta, o caráter multicampi de diferentes instituições. A UFPB, que já contou com sete *campi*, abertos em sete municípios, da capital ao sertão, compõe um roteiro de destacada interiorização.

Nessa linha, embora com um recorte voltado à Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), em Ilhéus, na Bahia, Santos (2015) analisa como a interiorização repercutiu em uma efetiva movimentação da economia local, nestes moldes: com o aporte de recursos feito pelo ente governamental; por meio dos negócios por lá viabilizados; e a partir do consumo exercido pelo conjunto de servidoras e servidores e pelo pessoal discente.

Com um esforço comparativo, podemos admitir essa realidade em Bananeiras e Solânea, embora não tenhamos conseguido mobilizar uma colaboração mais expressiva do pessoal docente: em meio a um universo de 134 profissionais, chegamos a 81 questionários devolvidos. Isso perfaz uma taxa de 60,4% de retorno. Com eles, anotamos alguns resultados.

Passemos, então, às pessoas respondentes.

Em relação à primeira pergunta, sobre o tempo de vínculo com o *campus*, chegamos à tabela seguinte:

Tabela 1 - Anos de vínculo com o CCHSA, por período

Período de vínculo	Número	%
Até 5 anos	11	13,58
Mais de 5 e até 10 anos	13	16,04
Mais de 10 e até 15 anos	23	28,39
Mais de 15 e até 20 anos	18	22,22
Mais de 20 anos	16	19,75
Total	81	100

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Os dados apontam para um vínculo funcional bem espreado, com uma sistemática alteração no quadro docente, havendo uma concentração nas faixas abarcam o período de mais de 10 e até 20 anos de atuação no CCHSA, somando pouco mais de 50% do total de professoras e professores. Dentre tais profissionais, 65,43% possuem doutorado, ou seja, 53 respondentes. Esse dado corresponde à segunda questão, voltada à qualificação docente.

Na terceira questão, indagamos a naturalidade das pessoas entrevistadas. São advindas, predominantemente, de localidades municipais da Paraíba, como Areia, Bananeiras, Campina Grande, Guarabira ou João Pessoa. Há aquelas, igualmente, nascidas em Pernambuco, no Rio Grande do Norte e no Paraná.

As três questões seguintes envolveram aspectos relativos à moradia. Em 34 questionários, observamos que a/o docente fixou moradia em Bananeiras ou em Solânea (41,97% do total). Desse universo, 32 têm imóvel próprio. De outra maneira, 47 pessoas não estão fixadas em uma dessas cidades, morando em outro lugar – percentual que chega a 58,02%. Esses números foram desdobrados em outros marcadores.

Dessas 47 pessoas, 24 alugam um imóvel em uma das cidades, 7 têm imóvel próprio, 5 ocupam hotéis ou pousadas e 11 estão acomodadas em residências docentes no *campus* universitário. Essas formas de acomodação se apresentam como temporárias, concernentes ao tempo das atividades funcionais, durante a semana. Interessa-nos evidenciar que ocorre a locação de imóveis ou o consumo de hospedagens. Nesse sentido, a sexta pergunta questiona o gasto aproximado com acomodação, mensalmente. Passemos à segunda tabela.

Tabela 2 - Gasto mensal aproximado com acomodação, por docente

Gasto mensal	Número	%
Até R\$ 300,00	04	13,79
Entre R\$ 301,00 e R\$ 600,00	14	48,27
Entre R\$ 601,00 e R\$ 1.000,00	09	31,03
Mais de R\$ 1.001,00	02	6,89
Total	29	100

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

O sétimo questionamento versou sobre o local mais frequente em que fazem as refeições diárias. Dentre todos os questionários, 54,32% deles indicaram os bares/restaurantes das cidades como local de refeição, portanto, 44 pessoas. Da mesma forma, na oitava questão, esses estabelecimentos foram apontados como espaços para o lazer da/o docente e de sua família. Também neste aspecto, foram apresentados como serviços muito usados. Porém, como esta nona questão admitia mais de uma resposta, 53,08% assinalaram que a maior prática de consumo envolve as feiras e supermercados.

Por fim, no que tange às questões objetivas, 23 docentes (29,11% do total⁶) assinalaram que têm domicílio eleitoral em Bananeiras ou em Solânea. Isso sinaliza para uma atuação direta na vida política local, ao menos no que tange aos processos eletivos. Aqui, registramos que o limite é apenas indicar essa atuação, não havendo a possibilidade de refletirmos acerca de outras nuances da participação política docente, uma vez que isso iria requerer um diálogo mais amplo, não contemplado no questionário de pesquisa.

A última questão era aberta, interessada na manifestação de uma resposta pela/o docente. Foi unânime a anotação de que, indiscutivelmente, a abertura de universidades e de *campi* fora de suas sedes, exerce um importante papel na vida local das cidades e regiões contempladas com instituições de ensino superior.

Essa unanimidade vai ao encontro de uma abordagem comum na literatura, a de que as universidades são imprescindíveis à qualificação cultural, acadêmica, científica e política de qualquer país. Este último aspecto articula-se à autonomia e à democracia universitária, sob as quais a responsabilidade de docentes, técnicas/os e discentes na sua organização interna desempenha um papel formativo relevante na vida política das pessoas e dos lugares que essas pessoas ajudam a produzir.

Abaixo, reproduzimos um breve quadro com a transcrição literal de algumas das respostas exemplares anotadas por professoras e professores do *Campus III*, em convergência com os estudos arrolados no texto.

⁶ Esse percentual envolve os 79 questionários respondidos nesta questão. Em dois deles, não há indicação de resposta.

Quadro 1 - Considerações de docentes do *Campus III* sobre a importância local da UFPB

A presença da universidade pública nesses municípios tem viabilizado a democratização do acesso ao ensino superior, além de oportunizar desenvolvimento intelectual, técnico-científico e profissionalização;
Contribui com a cultura local, com a economia local, com a geração de emprego e renda para a população;
Ser um meio facilitador para a formação dos jovens e adultos da região que buscam ingressar no mercado de trabalho. O cchsa também movimenta a economia local;
Possibilitar o crescimento dessas cidades, que recebe um grande número de estudantes e de docentes. Também torna mais acessível ao interior o ensino universitário;
A educação pública de qualidade favorece a cultura local, amplia a consciência cidadã, dá visibilidade à região.

Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

CONCLUSÕES

O nosso projeto atendeu as expectativas imaginadas pela equipe. Tivemos a oportunidade de combinar as discussões que fazemos em sala de aula sobre cidadania e acesso à formação escolar a um exercício de pesquisa direta, a partir de um estudo sobre a UFPB, especialmente sobre o *Campus III*.

O trabalho ajudou a referendar um entendimento quanto à notabilidade acadêmica e cultural da universidade. De igual modo, evidenciou a relevância das práticas que o pessoal docente exerce nas cidades que sediam um centro universitário, como Bananeiras e Solânea, à maneira do consumo de bens e de serviços, assim como no uso dos lugares, por exemplo, para o lazer pessoal e familiar.

Concluimos que a universidade impacta de modo variado a vida das pessoas. Ao qualificá-las, ajudam a perfilar uma dada vivência cidadã, estimulando relações que vão além dos seus “muros”, gerando emprego, renda e fluxos, inclusive por meio de projetos de pesquisa que, contemplados com bolsas de estudos, dão imenso contributo à permanência das/os estudantes na instituição. E a permanência é um fator primordial à universalização da educação pública, em todos os níveis e modalidades, especialmente em relação a estudantes que advêm dos segmentos sociais menos abastados.

Perspectivas

O exercício da pesquisa nos remete a escalas de incompletude. Entretanto, isso termina por alimentar o fazer pesquisado. Dessa maneira, assinalamos que o projeto aqui apresentado pode ter muitos desdobramentos, com vistas a editais dirigidos ao ensino médio ou ao ensino superior, em programas de iniciação à pesquisa.

Destacamos como possibilidade o desenvolvimento de estudos que sejam voltadas à sociedade local, à luz de como os seus diferentes segmentos percebem a presença da universidade, problematizando-a: como eles qualificam essa instituição? Quais contributos consideram que ela proporciona às cidades que lhe servem de abrigo/ Como e quantos dos seus jovens estão inseridos na instituição? Ademais, outra perspectiva seria embasar a feitura dessa pesquisa igualmente as servidoras e os servidores técnicos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Censo da Educação Superior 2021: notas estatísticas. Brasília, DF: Inep, 2022.

BIZERRIL, M. X. O processo de expansão e interiorização das universidades federais brasileiras e seus desdobramentos. Rev. **Tempos Espaços Educ.** v.13, n. 32, e-13456, 2020. Acesso em: 22 mar. 2021.

CARVALHO, J. M. de. **A construção da ordem**: a elite política imperial e teatro de sombras: a política imperial. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2003.

COCCO, R; NUNES, G. L; SANTOS; S. A; KEMPKA, S. B. Política de expansão e interiorização/regionalização do ensino público superior no Brasil: o caso da UFSM/CESNORS – uma perspectiva a partir do egresso. In: IV Congresso Ibero-Americano de Política e Administração da Educação / VII Congresso Luso Brasileiro de Política e Administração da Educação (2014). **Anais...** Disponível em: https://anpae.org.br/IBERO_AMERICANO_IV/GT2/GT2_Comunicacao/Ricardo_CoccoGT2_integral.pdf. Acesso em: 25 mar. 2021.

COSTA FILHO, J. A. Reestruturação urbana de Cajazeiras – PB influenciada pela implantação e expansão do setor de ensino superior. Monografia (Graduação em Geografia). Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras, 2015. 90f. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/6199>. Acesso em: 29 mar. de 2021.

FARIAS, R; SILVA, A. B. A centralidade de Mamanguape (PB) e sua relação com as cidades pequenas do Litoral norte paraibano. In: SILVA, A. *et AL* (Org.). **Paraíba: pluralidade e representações geográficas**. Campina Grande, 2015, p. 115-125.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

LIMEIRA, M.D; FORMIGA, Z.S. UFPB: Implicações Sociais e Políticas de sua História. Textos UFPB/NDIHR, n. 11, 1986. Disponível em:
http://www.ndihr.ufpb.br/programa/ufpb_implicacoes.html. Acesso em: 7 mar. 2023.

OLIVEIRA JR, A. de. A universidade como polo de desenvolvimento local/regional. **Caderno de Geografia**, v.24, número especial 1, 2014. Acesso em: 15 jan. 2021.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1999.

SANTOS, J. R. dos. **Universidade pública e desenvolvimento local: a presença da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) no bairro do Salobrinho em Ilhéus – Bahia, no período de 1991 a 2008**. Bahia: Editus, 2014.

A SAÚDE DOS POTIGUARA DA PARAÍBA SOB A POLÍTICA DO SPI

Yris Campos Oliveira¹ Cláudia Cristina do Lago Borges²

RESUMO

O Serviço de Proteção ao Índio (SPI) foi criado em 1910, com a proposta de prestar assistência aos indígenas nos mais diversos âmbitos, dentre eles o de promover saúde para a comunidade indígena (Decreto 736/1936), especialmente na realização de medidas preventivas a surtos endêmicos e demais doenças. Esse atendimento médico especializado deveria ser oferecido nos Postos de Assistência, Nacionalização e Educação Indígena, sendo o PI Nísia Brasileira instaurado no território Potiguara em 1930. A partir da década de 1950, as questões que regem a saúde indígena passam a ser mais consideradas no âmbito geral do SPI, período na qual o PI em questão atravessava uma série de epidemias. Assim, o presente trabalho mapeou os momentos mais delicados no que rege a assistência à saúde indígena Potiguara entre 1945 e 1967, bem como identificar quais as estratégias foram utilizadas pelo órgão para sanar os problema endêmicos.

Palavras-chave: SPI. Saúde indígena. Potiguara.

¹ yrisoliveirac@gmail.com

² claudialago.rn@gmail.com, Os Potiguara da Paraíba sob a tutela do SPI/A saúde dos Potiguara soba política do SPI, 3216-7551, pesquisa@propesq.ufpb.br.

APRESENTAÇÃO

Nos anos iniciais da República a expansão ferroviária significava um forte avanço econômico, mas, no processo de construção das estradas e ferrovias, algumas rotas passavam por territórios originalmente ocupados por indígenas. Desse modo, esses povos passaram a representar uma ameaça ao Estado e aos investimentos privados, visto que resistiram – e resistem - fortemente para permanecerem em suas terras, com isso e em nome do discurso de progresso, os setores de maior interesse econômico levantaram a bandeira de que o sacrifício indígena era necessário para o desenvolvimento do país. Nesse contexto, prevaleceram as discussões sobre a evolução dos povos indígenas e se eles deveriam ser exterminados ou pacificados. Em 1908 - sendo considerados por muitos uma espécie que não evoluiu -, o positivista Cândido Mariano da Silva Rondon, responsável pela Comissão das Linhas Telegráficas, sugeriu a criação de um órgão que: estabelecesse uma convivência pacífica interna entre os indígenas e com o povo “civilizado”; garantisse sua integridade, os civilizando e possibilitando uma noção de pertencimento social, além de fixar o indígena na terra, diminuindo, assim, o nomadismo. Essas medidas possibilitariam povoar o interior do país e empregar sua mão de obra na agricultura, inserindo novas práticas culturais, o trabalho indígena foi modificado a partir da introdução de novas tecnologias.

O órgão criado foi o Serviço de Proteção ao Índio e Localização de Trabalhadores Nacionais (SPILTN), em 29 de dezembro 1910, por meio do Estado de Negócios da Agricultura, Indústria e Comércio³, a partir do Decreto nº 8.072, e tendo como presidente do Brasil o militar Hermes da Fonseca. Em 1918, o SPILTN foi desativado, restando somente o Serviço de Proteção ao Índio (SPI) e excluindo o LTN, a partir do decreto-lei nº 3.454, de 6 de janeiro de 1918. O órgão teve, durante os 57 anos de sua atuação, uma considerável influência dos militares em seu funcionamento, até o momento de seu fechamento em 1967 e a criação da Fundação Nacional do Índio (FUNAI).

A criação do SPI, de acordo com Antônio Carlos Lima (2014), definiu de forma prática quem era ou não indígena e estaria apto para receber o serviço estatal voltado para isso, enquanto o controle de epidemias e preservação da vida dos povos indígenas

3 Lei nº 1.606, de 29 de dezembro de 1906.

seria o parâmetro utilizado para medir a eficácia da tutela, desconsiderando seu caráter etnocida. Para o Estado e inclusive na visão de diretores do SPI, a condição de indígena deveria ser expurgada em nome de uma integração social que, evidentemente, favorecia os interesses estatais. Acontecendo isso, os indígenas passariam a fazer parte da camada mais pobre da sociedade. Desse modo, a instalação de escolas, aulas de música, oficinas e utensílios agrícolas constitui, entre outras medidas, uma premissa de integração pacífica a comunidade geral, de forma a modificar culturalmente os indígenas diante desse processo civilizacional, além de que esses centros poderiam ser livremente acessados por pessoas não indígenas.

Antes da criação do Serviço de Proteção ao Índio e da passagem da responsabilidade de saúde indígena para esse órgão, a assistência a saúde ao indígena estava a cargo do Ministério da Justiça e Negócios Interiores. Na realidade, a saúde indígena era desconsiderada inclusive pelo Sistema Nacional de Saúde da época, sendo ainda prematura durante as três primeiras décadas de atuação do SPI. Por mais que parte dos Postos tivessem o material necessário para isso, geralmente não havia profissionais da área para atuar. De modo geral, o Serviço de Proteção ao Índio não tinha suporte técnico e especialmente financeiro para atuar de forma eficaz na área da saúde, o que resultou em uma assistência falha e insuficiente, fato que também está relacionado à falta de capacitação dos profissionais de saúde para atuar em comunidades indígenas. A associação entre tutela e saúde, por mais que assuma características particulares, corrobora para o projeto de civilização e apagamento da cultura dos povos indígenas. Nesse sentido, a intenção desse nosso debate é entender de que forma essa tutela acontecia na Paraíba, especificamente no PI Nísia Brasileira, quais os mecanismos de atuação na área da saúde e qual o seu impacto na vida dos Potiguara.

A ação do SPI nas terras Potiguara inicia-se em 1920, na Sesmaria de São Miguel (povoado de São Francisco), sendo instaurado um Posto Indígena (PI) na aldeia de São Francisco em 1930, o qual foi transferido para o Forte em 1942 e renomeado Posto Indígena Nísia Brasileira. A enfermaria do PI Nísia Brasileira começou a ser construída no final de 1941 e só foi oficialmente inaugurada em outubro de 1944. Antes da construção da enfermaria, em caso de enfermidades, os indígenas precisavam ser levados à cidade grande para ter uma assistência mínima. Tendo em vista a ausência de um controle em relação aos atendimentos, muito provavelmente a assistência à saúde no território

Potiguara tenha-se iniciado por volta 1943, antes mesmo do término da enfermaria, visto que enfermeiros e auxiliares já realizavam serviços nesse período, assim como muitos medicamentos foram comprados e repostos nesse meio tempo. A partir da década de 1950, as questões que regem a saúde indígena passaram a ser mais consideradas no âmbito geral do SPI, período no qual o PI Nísia Brasileira enfrenta diversos problemas relacionados a emergências endêmicas na região.

Os estudos sobre o Serviço de Proteção ao Índio no Nordeste ainda são escassos, o que se acentua quando se trata da Paraíba, não havendo ainda uma quantidade expressiva de trabalhos publicados. Isso se agrava ainda mais no que se refere aos estudos da saúde e doenças dos povos Potiguara, na qual a maior parte das pesquisas são desenvolvidas pelos cursos da área da saúde e se concentram na primeira e segunda década do século XXI. Tendo isso em vista, o grupo de pesquisa ABAIARA - Estudos Indígenas da Paraíba, coordenado pela professora Cláudia Cristina do Lago Borges, a partir do Projeto de Pesquisa “Os Potiguara na Paraíba sob a tutela do SPI”, na qual o plano de trabalho intitulado “A saúde dos Potiguara da Paraíba sob a política do SPI” vincula-se, apresenta aqui os resultados das análises realizadas ao longo da vigência 2021/2022 do Projeto Voluntário de Iniciação Científica (PIVIC/UFPB). Os documentos aqui estudados, portanto, não foram analisados anteriormente, sendo este um trabalho inédito com foco no intervalo temporal de 1945 a 1967. A necessidade de analisar historicamente a documentação do SPI se torna latente ao passo que permite não só compreender a atuação do órgão no relativo à saúde, como também, identificar quais as principais enfermidades presentes na região Potiguara e quais suas consequências imediatas para a população indígena local.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O campo de estudos sobre os povos indígenas no Brasil contém uma vasta bibliografia, especialmente no que se refere aos indígenas do norte e regiões centrais do país. Porém, o mesmo não pode ser afirmado em relação aos povos indígenas da Paraíba e, sobretudo, no que concerne à tutela do SPI em suas aldeias, órgão que ainda não representa uma parte substancial das pesquisas indigenistas.

No que se refere ao campo dos estudos indígenas como um todo, os já consagrados trabalhos de Darcy Ribeiro, em *Os Índios e a civilização: a integração das populações indígenas no Brasil moderno* (2017), e dos antropólogos Júlio César Melatti, com *Índios do Brasil* (2007) e Manuela Carneiro da Cunha, especialmente em *Índios no Brasil: história, direitos e cidadania* (2013), permitem um panorama geral sobre a questão indígena no Brasil e os regimes de tutela dos séculos XIX e, especialmente, XX.

A obra de Darcy Ribeiro (2017), especificamente, possibilita compreender em que contexto se deu a criação das políticas indigenistas no século XX e quais suas reais motivações de atuação, sendo o SPI o principal órgão desse campo na época. Porém, ela não está sozinha no tocante a tutela e ao SPI, merecendo ser estudados os trabalhos do antropólogo e historiador Antônio Carlos de Souza Lima, em *Um grande cerco de paz* (1995), obra que representa um dos livros mais importantes para entender a atuação do SPI, fazendo um panorama tanto geral, quanto detalhado, sobre o órgão. Lima retoma a questão da tutela, alguns anos depois, em *Revisitando a tutela: questões para se pensar as políticas públicas para povos indígenas* (2014), atualizando e reafirmando alguns pontos presentes na obra anteriormente citada. A respeito desses anos iniciais do SPI, os estudos de David H. Stauffer, presentes em *Origem e Fundação do Serviço de Proteção aos Índios* (1955), mesmo que introdutoriamente, consiste em um trabalho repleto de criticidade e que amplia a discussão sobre o tema.

Ademais, para entender a atuação do SPI, considerando o recorte temporal e espacial, é necessário que uma pesquisa específica sobre esses aspectos seja realizada. Desse modo, os trabalhos do historiador Seth Garfield possibilitam localizar contextualmente a situação do órgão, merecendo destaque a obra *As raízes de uma planta que hoje é o Brasil: os índios e o Estado-Nação na era Vargas* (2000), com co-autoria de Bowdoin College, retratando e analisando criticamente a situação dos indígenas durante a Era Vargas. Ainda do Garfield, o livro *A luta indígena no coração do Brasil* (1967), por mais que se trate de um trabalho voltado para os Xavante, contém capítulos que situam o SPI tanto na era Vargas quanto na ditadura militar. Sobre o pós 1964, recentemente Rubens Valente escreveu o artigo *Agonia e extinção do Serviço de Proteção aos Índios no regime militar* (2019), onde fala como se deu o processo de fechamento do SPI, abordando uma recorrência de crimes cometidos pelo órgão e os interesses políticos por trás dessa extinção.

Especialmente falando, Frans Moonen e Luciano Mariz Maia, têm um considerável trabalho de pesquisa documental sobre os Potiguara da Paraíba, intitulado *História dos Índios Potiguara: 1500 - 1983* (2008), que traz um panorama geral desde o relatório Bauman (1500 a 1900), passando pelo SPI e indo até a Funai. O antropólogo Estevão Martins Palitot, em *A multidão Potiguara: poder tutelar e conflito na Baía da Traição ao longo do século XX* (2011), relata a imposição da tutela sobre os Potiguara, utilizando relatos de conflito entre os indígenas e os chefes do SPI. Esse é um artigo importante para a compreensão da relação do órgão com a população local, além de que Palitot realiza um trabalho constante com os Potiguara, sendo um pesquisador importante no campo.

Atualmente, as pesquisas acerca do povo Potiguara e especialmente sobre a tutela do SPI na região ainda são escassas, não havendo muito material bibliográfico. Isso se agrava, no campo da história, quando o assunto é saúde Potiguara no século XX, visto que a maioria desses estudos são feitos por pessoas da área da saúde ou por antropólogos, e se direcionam especialmente a atualidade. Existem alguns levantamentos sobre a saúde Potiguara a partir da implementação do Distrito Sanitário Especial Indígena (DSEI) na Baía da Traição, mas não localizado nenhum sobre o século XX.

No que diz respeito à saúde indígena em âmbito geral, a antropóloga da saúde, Luiza Garnelo, organizou importantes e riquíssimas coletâneas sobre o tema, a exemplo do livro *Saúde Indígena: uma introdução ao tema* (2012), em parceria com a médica Ana Lúcia Pontes. Esse compilado traz excelentes artigos sobre a questão da saúde, na qual gostaria de destacar o trabalho de Basta, Orellana e Arantes, intitulado *Perfil epidemiológico dos povos indígenas no Brasil: notas sobre agravos selecionados*. Garnelo, junto com a antropóloga e historiadora, Carla Costa Teixeira, organizaram um dos trabalhos mais importantes para o desenvolvimento da pesquisa proposta neste projeto: a obra *Saúde indígena em perspectiva: explorando suas matrizes históricas e ideológicas* (2014), na qual merecem especial destaque os artigos de Carolina Arouca e Nísia Trindade Lima (*Antropologia e medicina: a saúde do sistema de proteção ao índio (1942 a 1956)*); e o de Gilberto Hochman e Renato da Silva, em *Campanhas públicas, populações (quase) invisíveis: endemias rurais e indígenas na saúde pública brasileira, que trata o tocante a situação das endemias no governo JK e a invisibilidade dos povos originários*. O livro da antropóloga Luciane Ouriques Ferreira, *Medicinas indígenas e as políticas da tradição:*

entre discursos oficiais e vozes indígenas (2013), também merece ser mencionado, pois realiza, criticamente, um parâmetro entre a medicina tradicional e a medicina científica.

Todos os trabalhos acima mencionados constituem importantes materiais de pesquisa que permitem, na sua ampla dimensão, situar o SPI e a questão da saúde indígena no tempo e espaço, alicerçando a construção de uma análise crítica e cientificamente embasada.

METODOLOGIA

Com mais de 4.500 documentos, o acervo da Fundação Nacional Museu do Índio/RJ reflete não somente a história relacionada ao órgão em si, mas traduz o retrato de uma época e de parte da história dos povos indígenas da Baía da Traição. Tendo isso em vista, o presente trabalho consiste em uma pesquisa desenvolvida a partir do estudo com fontes primárias e oficiais do Serviço de Proteção ao Índio, tendo o recorte temporal de 1945 a 1967, e englobando o território do povo indígena Potiguara, localizado entre as áreas dos municípios de Rio Tinto, Marcação e Baía da Traição, no litoral paraibano. A partir disso realizamos um estudo de caso a respeito da assistência à saúde indígena prestada pelo SPI aos aproximadamente 1.500⁴ indígenas da região.

Para tal, este estudo foi dividido em três partes fundamentais, buscando compreender, qualitativamente, como se dava a tutela do SPI na área da saúde: a realização de uma pesquisa bibliográfica sobre o SPI, o povo Potiguara, a saúde indígena brasileira e o contexto histórico-político de 1945 a 1967; uma imersão nos documentos oficiais do SPI referentes à saúde indígena, presentes nas caixas 167, 168, 169 e 170; e, por fim, em uma análise dessa documentação.

A primeira fase da pesquisa foi realizada a partir de um aprofundamento bibliográfico sobre o funcionamento e organização geral do Serviço de Proteção ao Índio, da saúde indígena brasileira e, especialmente, Potiguara, assim como do contexto político do Brasil durante o recorte temporal proposto. A revisão bibliográfica aqui realizada é basilar para alcançar os objetivos almejados.

⁴ Esse número sofre diversas alterações ao decorrer dos anos.

Feito isso, passamos a trabalhar na seleção, entre aproximadamente 266 documentos referentes à saúde (previamente catalogados em vigências anteriores do plano de trabalho), daqueles que melhor atendem os objetivos desta pesquisa.

Durante a terceira fase, analisamos os documentos selecionados, a fim de entender qual a infraestrutura e aporte técnico oferecidos pelo órgão indigenista, quais as principais enfermidades presentes nas aldeias e como o SPI se portava em situações epidêmicas. A análise dessa documentação, junto ao cruzamento das suas informações com a bibliografia estudada, permite uma compreensão da atuação do Serviço de Proteção ao Índio na área da saúde indígena na Paraíba.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O SPI surge em um contexto de crescentes retiradas para o interior do país, o que provocou guerras contra os nativos a partir de um discurso do extermínio indígena que era “reclamado como um remédio indispensável a segurança dos que construíram uma civilização no interior do Brasil” (RIBEIRO, 2017, p 120). Oficialmente, o órgão visava realizar uma proteção acerca dos conflitos, garantir seus direitos territoriais, de acesso à saúde e educação, assim como respeitar a autonomia e costumes de cada povo. No entanto, a instalação de escolas, aulas de música, oficinas e utensílios agrícolas constitui, entre outras medidas, uma premissa de integração pacífica a comunidade geral, de forma a modificar culturalmente os indígenas diante desse processo civilizacional, além de que esses centros poderiam ser livremente acessados por pessoas não indígenas.

O contato inicial com cada aldeia indígena se dava seguindo as técnicas desenvolvidas pelo Marechal Rondon durante a Comissão das Linhas Telegráficas no século XIX, que incluía instaurar um primeiro contato de amizade. Esse contato do SPI com os povos indígenas atuou como sendo um fervoroso propagador de doenças, especialmente respiratórias. Com resquícios das enfermidades trazidas para o Brasil no século XVI, os problemas pulmonares provocados com essas ações levaram à dizimação de algumas aldeias e corroboraram para a destruição do equilíbrio existente na maioria delas. Historicamente as doenças são os maiores causadores dos elevados índices de

mortalidade indígena, podendo ser destacadas a gripe, pneumonia, tuberculose, malária, coqueluche, sarampo, sífilis, tracoma e outras.

O SPI tinha um funcionamento burocrático, concentrando sua atuação nas aldeias a partir de Postos Indígenas submetidos a superintendência e manutenção das Inspetorias Regionais (IR)⁵. Os PIs tinham inteira responsabilidade em garantir a administração da aldeia, educação, demarcação, proteção, preservação cultural, intermédio entre aldeias e civilização, fiscalização, conservação patrimonial, trabalho, combate ao nomadismo, assistência sanitária e outras medidas. A manutenção da ordem nos Postos Indígenas, por sua vez, era garantida através de ações das forças militares. Com o estabelecimento do Decreto nº 17.684, de 26 de janeiro de 1945, o regimento do SPI foi modificado, e a partir de então a 4ª Inspetoria Regional, responsável pelo PI da Baía da Traição (PB), passou a reger, além dos estados da Paraíba, Pernambuco, Bahia e Minas Gerais, os estados de Alagoas e Sergipe, tendo sede agora em Recife e não mais em Salvador, como era anteriormente.

De acordo com Palitot (2011, p 42), *a priori*, o SPI passa a atuar no território da Baía da Traição a partir de uma reivindicação dos próprios indígenas, que queriam uma atuação imparcial por parte do órgão, que defendesse e reconhecesse seus direitos e costumes em relação aos não-indígenas que viviam na mesma área. Porém, os agentes responsáveis pelo SPI mostraram realizar alianças com políticos locais e utilizarem de coerção militar e institucional para que os preceitos do Serviço fossem cumpridos. O que era questionado por parte dos tutelados não era a “validade de estrutura hierárquica implantada, mas a legitimidade dos ocupantes dos cargos de poder, buscando sempre exercer algum tipo de controle sobre estas figuras” (PALITOT, 2011, p 42).

Além disso, alguns estudos, na qual irei destacar o de Carolina Arouca e Nísia Trindade Lima (2014) afirmam que o Serviço de Proteção ao Índio atuava de forma desrespeitosa em relação à consideração das especificidades culturais de cada povo atendido. Nos anos atuais, mesmo com a existência de leis que regulamentam a interação entre saúde científica⁶ e tradicional, essa relação ainda é deficiente por fatores que

⁵ Assim como rege o artigo 12º do Decreto nº 10.652, de 16 de outubro de 1942, com o órgão já sendo submetido ao Ministério da Agricultura.

⁶ É importante destacar, no entanto, que por mais que comumente o conhecimento científico seja entendido como dotado de uma sabedoria superior aos outros conhecimentos - que só teriam validade quando associados ao científico -, entendemos aqui que a medicina tradicional detém uma carga de saberes

incluem não somente o uso - ou sua falta - da medicina tradicional pelo sistema de saúde, como também a resistência dos indígenas para com a medicina científica. De acordo com Rita de Cassia Cordeiro de Oliveira (OLIVEIRA et al., 2014), essa medicina tradicional se expressa através do uso de remédios à base de ervas, babosa, aroeira, cajueiro, eucalipto, hortelã grande, hortelã miúda, jatobá, pitanga, chás, lambedor, raízes, rezadeira e cura espiritual (segue orientação dos encantados para tratar a enfermidade - pajelança) e a procura pelo médico pode se dá em dois momentos: quando a doença não é curada da forma tradicional, ou vice-versa, podendo ir primeiro ao médico e, caso não solucione a enfermidade, recorrer às práticas tradicionais.

Em 1946, o diretor da Seção de Estudos do SPI, Hebert Serpa, propôs criar o Serviço Médico-Sanitário do SPI no ano seguinte, objetivando ampliar a assistência do órgão nessa área, atuando de acordo com a divisão de organização sanitária do Departamento Nacional de Saúde (DNS). Uma proposta desse tipo nunca havia sido elencada, assim como nenhum plano geral para solucionar as questões sanitárias das comunidades, ainda mais que levasse em consideração as especificidades culturais dos indígenas, que não deveriam ser tratados da mesma forma que os não indígenas. Na proposta, a superintendência do Serviço Médico-Sanitário seria localizada na sede do Rio de Janeiro e estaria sob responsabilidade de um médico chefe geral. Decorrente dessa proposta, cada IR deveria ter um médico chefe regional especializado em medicina indígena e com conhecimentos antropológicos, assim como um corpo técnico que contratasse enfermeiros e enfermeiras para atuar nos postos.

No entanto, esse Serviço Médico-Sanitário foi colocado em vigor apenas na década de 1950 pela Seção de Orientação e Assistência, mas, de forma prática, atuou bem aquém da proposta inicial, sendo feitas somente pequenas farmácias nos PI's e alguns tendo enfermeira (LIMA e AROUCA, 2014). A colocação em vigor do Serviço Médico-Sanitário ocorre justamente no momento que as questões que regem a saúde indígena começam a ganhar mais visibilidade, durante a década de 1950, tendo muita influência da criação do Serviço de Unidades Sanitárias Aéreas ligado ao Serviço Nacional de Tuberculose, do Ministério da Saúde, como também da agenda nacional-

ancestrais e eficiente, que deve ser respeitada tanto como integrante da história e cultura de seu povo como uma prática de cura.

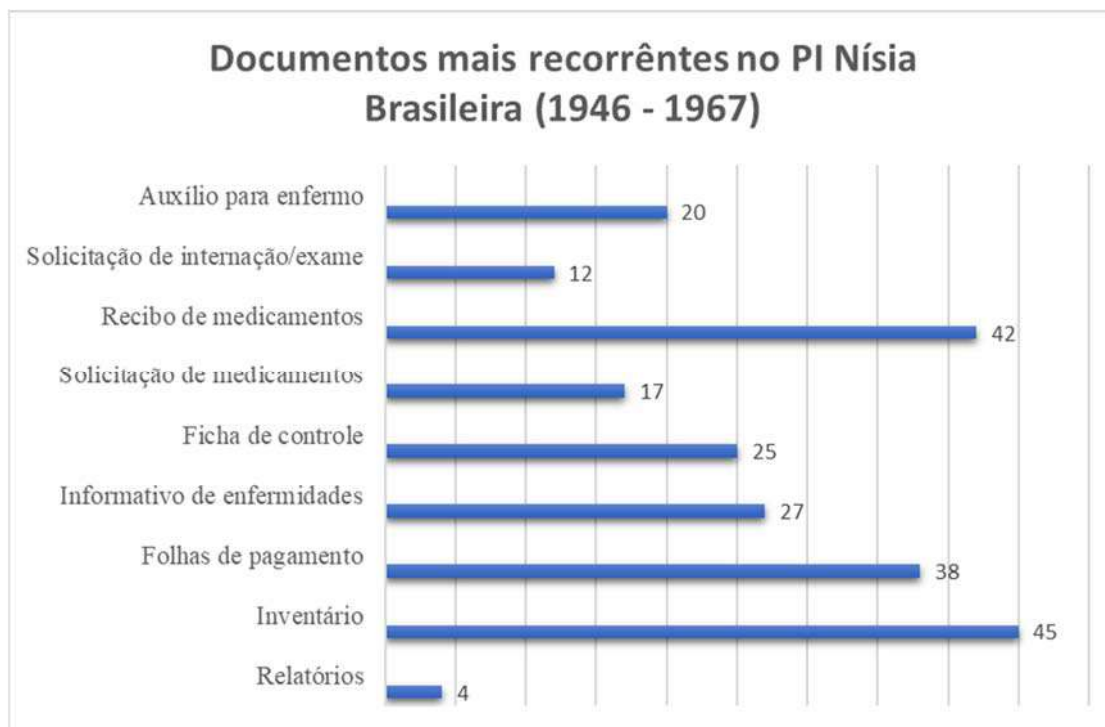
desenvolvimentista, pois é a partir dela que “a saúde indígena faz contato mais íntimo com a saúde pública brasileira” (LIMA e AROUCA, 2014).

Porém, mesmo com essa maior atenção à saúde indígena, já em 1950 a documentação oficial do PI em questão enfrenta uma considerável carência medicamentosa, o que vai se agravar nos anos seguintes em decorrência, entre outras coisas, das diversas epidemias que passaram a atingir o Posto a partir de 1952. De acordo com Karnal e Tatsch, um documento atinge seu valor pela “teia social que o envolve e pelo que revela de mais amplo de uma época e de uma sociedade” (2012, p. 21). No caso da documentação do SPI, Ferreira e Ximenes (2016) indicam que

Os relatórios enviados pelos chefes de posto aos chefes das inspetorias regionais, com frequência mensal, têm informações sobre a população indígena habitante das respectivas Reservas; sobre o estado sanitário (doenças, epidemias, tratamentos de saúde); sobre as escolas estabelecidas nas áreas indígenas, sobre a produção e os trabalhos agrícolas realizados; sobre os trabalhos de manutenção do posto; e sobre os materiais adquiridos e utilizados, englobando ferramentas, alimentos, merenda escolar, medicamentos e outros. (FERREIRA e XIMENES, 2016, p. 154)

Nesse sentido, a identificação de quais documentos e demandas eram mais frequentes no Posto possibilitam avançar na compreensão da forma de funcionamento do PI, que respondia a uma hierarquia burocrática ampla e lenta, na qual dependia da liberação de instâncias superiores do órgão para a execução de medidas muitas vezes de necessidade imediata. O período entre 1946 e 1967 conta com uma quantidade muito vasta de documentos, mas alguns aparecem com mais frequência e apresentam dados que permitem uma análise mais efetiva.

Gráfico 01 - amostragem quantitativa de documentos mais recorrentes no PI Nísia Brasileira (1946 - 1967)



Em meio a essa documentação, é possível perceber, especialmente após 1952, a emergência de epidemias na região, que, ao atingir os Potiguara, foram de encontro a uma assistência à saúde despreparada para atuar em situações como essa. Entre o período de 1952 a 1955, o PI sofreu com 7 enfermidades diferentes espalhadas ao longo de 10 momentos de surto, sendo elas: coqueluche, em 1952 (março - agosto); gripe, em 1953 (junho - outubro); em 1954, mais de uma epidemia é identificada, iniciando-se com a varíola (janeiro - outubro), disenteria (fevereiro) e coqueluche (agosto - novembro); já em 1955, são acometidos novamente com a coqueluche (janeiro - fevereiro), sarampo (janeiro-fevereiro), malária (janeiro-setembro), tuberculose (fevereiro) e gripe (setembro). Os documentos não informam com precisão os momentos de pico e número de casos identificados de todas as doenças aqui mencionadas. Portanto, a duração de algumas dessas enfermidades foi baseada nos momentos de primeira e última aparição na documentação, dentro do ano em questão.

Os anos de 1954 e 1955 foram críticos, tanto pela gravidade quanto pela quantidade das enfermidades, especialmente em 1955. Os surtos se iniciam em janeiro de 1954 com a varíola, que se estende aproximadamente até outubro. Nesse período, a documentação analisada revela uma preocupação das autoridades em prestar assistência

médica e alimentícia aos indígenas, sendo esses fatores que aparecem em quase todas as fichas mensais de controle do Posto, enviadas a IR4. Entre as medidas tomadas pela organização do PI para evitar a propagação da doença, foi solicitada, ainda no primeiro mês, a presença das autoridades sanitárias do posto de saúde de Mamanguape, município vizinho, na qual um médico e uma enfermeira foram mandados para realizar a vacinação de moradores, o que estabilizou até certo ponto a propagação da varíola.

Porém, um novo surto, dessa vez de desinteria, surge em fevereiro, acarretando a morte de aproximadamente 3 crianças, de acordo com a ficha de controle deste mês⁷. Em março, novamente o serviço médico do posto de saúde de Mamanguape foi solicitado para a vacinação da varíola, o que foi feito em apenas algumas dezenas de pessoas devido à escassez de vacinas. A varíola, que já durava há quase um ano na região em que o território Potiguara se localiza, é agravada em junho, visto que a vacinação realizada em janeiro atingiu um número insuficiente de pessoas diante da quantidade de habitantes, “de maneira que os que não foram atendidos com a medida preventiva estão caindo com o mal havendo casos cujos prognósticos são reservados” (MUSEU DO ÍNDIO, caixa 168, p 1405)⁸. Além da pouca vacinação, o Serviço já não estava mais conseguindo atender os casos com o antibiótico (penicilina) necessário para controlar a evolução da doença.

Na tentativa de controlar a varíola, a seguinte medida foi tomada:

[...] diante dos numerosos casos de varíola e outras doenças, pedi a presença de um médico da saúde pública. Este, tudo quanto fez foi constatar o estado sanitário e deixar algumas linfas para vacinação e varias receitas, cujos medicamentos não são encontrados nas proximidades, além de que são necessários recursos para o aviamento dessas receitas. Encareço esse suprimento. Além de tudo muitos dos doentes estou procurando de maneira muito precária suprir-lhes de alimento. (MUSEU DO ÍNDIO, caixa 168, p 1407).⁹

Em agosto esse problema continua se agravando, já atingindo mais da metade dos habitantes, “havendo casas em que não há uma pessoa sadia que possa lutar com os demais” (MUSEU DO ÍNDIO, caixa 168, p 1409)¹⁰, passando por todo tipo de necessidade para manutenção dos enfermos. Essa situação se complicou ainda mais com o surgimento

⁷ Nos meses seguintes não há mais informações sobre o surto de disenteria, não apontando quais e se foram tomadas medidas pelo PI para seu controle.

⁸ Documento n. 4-71/7-93, ficha de controle de 30/06/1953, assinada por José Brasileiro da Silva.

⁹ Documento 4-71/7-94, ficha de controle de 31/07/1954, assinada por José Brasileiro da Silva. Grafia da época.

¹⁰ Documento 4-71/7-95, ficha de controle de 31/08/1954, assinada por José Brasileiro da Silva.

de um surto de coqueluche, que não estava sendo controlado pelas medicações convencionais, havendo necessidade de uma vacina preventiva, que não era vendida na Paraíba. A varíola persistiu no mês seguinte e, em outubro, os casos de coqueluche passaram a ser tratados com rhudiciline e penicilina, junto a xaropes (não diz se são xaropes da medicina tradicional), obtendo resultado positivo, mas sendo insuficiente para todos os enfermos. Após muitos meses, a varíola encontra um novo momento de estabilidade, em outubro, mas não antes de matar $\frac{2}{3}$ da população não vacinada e continuando com alguns casos ativos. A coqueluche também foi estabilizada em novembro, mas em janeiro de 1955 há uma continuação do surto dessa vez junto ao sarampo e a malária, deixando novas vítimas. Em fevereiro a situação continua e acarreta na morte de 5 crianças menores de 2 anos, sendo uma vítima de tuberculose e as outras 4 aparentemente de enterites. Nos próximos meses não há uma mudança significativa nesse quadro, continuando com a incidência de casos de malária e outras doenças de maio até setembro, em que casos de gripe começam a surgir com maior frequência, sem que haja recursos para tratá-los. A partir daí, não há mais documentos nos analisadas analisados que remetem a essas enfermidades.

É importante ressaltar, no entanto, que por mais que essas enfermidades tenham necessitado de maior atenção nesse período, outras doenças não deixaram de se fazer presentes entre os Potiguara, como moléstias de pele e problemas oculares, males recorrentes na documentação. Deste momento até 1963, os documentos de saúde no PI Nísia Brasileira trazem informações muito vagas e que não permitem um estudo mais detalhado, fator que pode estar ligado ao convênio SPI-DNERu e SUSA. As únicas informações que temos de tal período vêm de telegramas que surgem a partir de novembro de 1957, informando doenças oculares e necessidade de colírios e medicamentos, e em dezembro, com a ocorrência de aproximadamente *800 casos de gripe asiática*, quase todos apresentando quadro de hemorragia nasal e *já tendo ocorrido óbitos*. Essa circunstância deixou o Posto em situação calamitosa devido o esgotamento total de medicamentos para o tratamento, sendo solicitados com urgência a IR4 e comprados sem a autorização prévia devido à sua necessidade latente.

A década de 1960, no entanto, configura um momento de instabilidade tanto na política nacional quanto dentro do SPI, com muitas mudanças em sua chefia e um acentuamento na insuficiente qualidade de sua assistência - que já não era boa. Como

sabemos, o Serviço não tinha recursos humanos nem financeiros suficientes, cenário que perpassa a gestão de civis e militares dentro do órgão. A péssima situação do SPI durante o governo de João Goulart (1961 - 1964) foi um fator importante na junção de acontecimentos que corroboraram para seu fechamento em 1967. O relato de Moacyr Ribeiro Coelho¹¹ (chefe do SPI em 1962) retrata bem a situação do Serviço nesse primeiro momento do governo de Goulart, que atinge fortemente a área da saúde, que nunca foi prioridade dentro do SPI.

Impõe-se promover a dignificação dos índios e das populações, para lutar contra males que vem os dizimando, apresentando-se acabrunhados, doentes, desnutridos, vivendo em choças e dormindo sobre o solo. [...] Se há um SPI e o resultado de suas atividades, até agora, é tão melancólico, algo não está funcionando. (COELHO, apud VALENTE, 2019, p 43. Grifo nosso.)

Logo após o golpe de 1964, há a criação de um Inquérito Policial Militar (IPM) no âmbito do SPI, sob comando da Aeronáutica, em busca de irregularidades na administração durante os anos anteriores. A partir daí a chefia do Serviço é modificada diversas vezes até sua extinção, que se dá dentro de uma conjuntura de carência de verbas, desmandos, maus tratos e crimes dos funcionários do SPI aos indígenas no decorrer dos 57 anos de existência do Serviço, atrelado a acontecimentos da ditadura militar (1964 - 1985), como a briga interna pela sucessão presidencial do regime (VALENTE, 2019). No presente cenário, em 1967, o General Castelo Branco perde a disputa interna pela presidência para o General Arthur da Costa e Silva, que nomeia Afonso Augusto Albuquerque Lima como Ministro do Interior em março do mesmo ano. Costa e Silva realiza uma reforma administrativa na qual o SPI deixa de fazer parte do Ministério da Agricultura e passa para o Ministério do Interior, com Albuquerque Lima, que posteriormente perderia a disputa interna pela presidência para Garrastazu Médici (VALENTE, 2019). Com a ditadura e o projeto de colonização da Bacia Amazônica, os indígenas dessa região passaram a sofrer de forma mais escancarada com o descaso e o extermínio, o que foi severamente denunciado e motivou a instauração em 1967, por Albuquerque Lima, de uma CPI do Índio, sob presidência de Jader de Figueiredo Correia e resultando no Relatório Figueiredo (RODRIGUES, 2017).

Ao longo de sua existência, o SPI cometeu muitos crimes, que

¹¹ Substituído pelo renomado médico Noel Nutels, em 1963.

[...] iam desde vendas de terras indígenas, desvios de dinheiros e bens indígenas, até escravização, estupros, envenenamentos, contaminação proposital de doenças, torturas, assassinatos e genocídios – estes praticados por fazendeiros, jagunços, policiais e funcionários do SPI (RODRIGUES, 2017, p 25).

Oficialmente, a extinção do SPI faz parte de uma tentativa de combate a corrupção dos civis que estiveram à frente do órgão, mas na realidade o Serviço foi comandado por militares na maior parte do seu tempo de atuação, até mesmo antes do golpe.

CONCLUSÕES

Durante todo o período de existência do Serviço de Proteção ao Índio, as problemáticas que regem a falta de verbas nos Postos Indígenas são recorrentes, dificultando demasiadamente a prestação de uma assistência qualificada e eficiente. Por mais que houvesse uma certa recorrência de compra de medicamentos e prestação de serviços de auxílio aos enfermos neste período, a situação do PI Nísia Brasileira não se difere, de modo mais amplo, da situação assistencialista geral do SPI, que, para Modesto Dias da Cruz, diretor do SPI entre 1947 e 1951, era uma atuação nula na questão de saúde indígena e precisava ser solucionada (LIMA e AROUCA, 2014).

Essa situação fica ainda mais evidenciada com as epidemias que atingem a região do PI a partir dos anos 1952. Nos anos anteriores, de acordo com as folhas de pagamento do PI, a enfermaria só contava com um auxiliar de enfermagem, mas, em outubro e novembro de 1952 foram pagos os serviços de um médico, algo que muito provavelmente ocorreu devido ao estado sanitário enfrentado naquele ano. Porém, essa presença fixa de um médico não fazia parte do cenário normal do Posto, onde geralmente eles solicitavam a presença de médicos das cidades vizinhas para auxiliar em momentos críticos de epidemias. Há uma grande recorrência de documentos solicitando medicamentos durante todos os anos, independente da situação sanitária do PI, sendo, muitas vezes, não recebidos.

Até fins da década de 1990 não se tinha um perfil epidemiológico bem definido e confiável no Brasil. Ainda assim, no caso do Posto Indígena Nísia Brasileira, apesar do grande número de casos de coqueluche, disenteria, gripe aviária em momentos endêmicos e alguns casos de malária, as doenças que provavelmente mais acometeram a população

indígena foram a gripe, verminose, reumatismo, dores de garganta, ouvidos, rins, coração e, em outros momentos, casos de moléstias de pele e oftalmológicas. Doenças infecciosas e parasitárias, junto às do aparelho respiratório são, historicamente, as principais causas de morte indígena no Brasil.

Por mais que o SPI conservasse medidas propagadas pela Colônia e Império, sua criação constituiu um avanço na política indigenista. É certo que os preceitos iniciais do órgão se perderam gradativamente ao longo dos anos, mas, sem sua existência, o inevitável contato com as populações autóctones isoladas poderia trazer consequências ainda mais avassaladoras. Não obstante, a proposta de prestar assistência à saúde configura, na nossa concepção, uma responsabilização mínima com as consequências epidemiológicas advindas do contato. Para o SPI, o controle de epidemias e preservação da vida dos povos indígenas seria o parâmetro utilizado para medir a eficácia da tutela, desconsiderando seu caráter etnocida (LIMA, 2014).

Perspectivas

É latente a necessidade da escrita de uma história indígena que construa narrativas que vão adiante do período colonial, de modo a ampliar os conhecimentos sobre as etnias brasileiras para além da etnografia. Como afirma a própria Manuela Carneiro da Cunha (2012), hoje temos mais consciência daquilo que não sabemos sobre os indígenas do que daquilo que sabemos. Do mesmo modo, a ausência do estudo de tais povos na educação básica e a atribuição de uma ingenuidade, passividade e, quiçá, preconceito, contribuem para percepções intolerantes e excludentes. A visibilização das questões indígenas movem sua história, a exemplo da própria criação do SPI, da implementação do projeto de saúde indígena e da extinção do órgão, que aconteceram em momentos em que os holofotes estavam sobre os nativos do Brasil. Hoje, a criação do Ministério dos Povos Originários representa avanço inédito no processo de conquista dos direitos indígenas, trazendo perspectivas de melhores condições sociais e abrindo portas para novos projetos que permitam a valorização e preservação das diversas etnias presentes no país.

REFERÊNCIAS

AROUCA, Carolina e LIMA, Nísia Trindade. Antropologia e medicina: a saúde do sistema de proteção ao índio (1942 a 1956). In: TEIXEIRA, Carla Costa e GARNELO, Luiza (org). **Saúde indígena em perspectiva: explorando suas matrizes históricas e ideológicas**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2014, não paginado.

BRASIL. **Decreto 10.652**, de 16 de outubro de 1942.

BRASIL. **Decreto 17.684**, de 24 de janeiro de 1945.

BRASIL. **Decreto 736**, de 06 de abril de 1936.

BRASIL. **Decreto 8.072**, de 20 de junho de 1910.

BASTA, Paulo Cesar, ORELLANA, Jesem Douglas Yamall e ARANTES, Rui. Perfil epidemiológico dos povos indígenas no Brasil: notas sobre agravos selecionados. In: GARNELO, Luiza e PONTES, Ana Lúcia (org.). **Saúde Indígena: uma introdução ao tema**. Coleção Educação para Todos. Brasília: MEC-SECADI, 2012, p 61 - 106.

COIMBRA JR., Carlos E. A. e SANTOS, Ricardo Ventura Santos. Cenários e tendências da saúde e da epidemiologia dos povos indígenas no Brasil. In: COIMBRA JR., Carlos E. A., SANTOS, Ricardo Ventura Santos e ESCOBAR, Ana Lúcia (orgs). **Epidemiologia e saúde dos povos indígenas no Brasil** [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ; Rio de Janeiro: ABRASCO, 2005. Não paginado. Disponível em <<http://books.scielo.org>>

CUNHA, Manuela Carneiro da. **Índios no Brasil: história, direitos e cidadania**. 1ª ed. São Paulo: Claro Enigma, 2012.

FUNDAÇÃO NACIONAL MUSEU DO ÍNDIO. Acervo documental. Rio de Janeiro. Disponível em: <www.museudoindio.gov.br>

GARNELO, Luiza. Políticas de saúde no Brasil: notas sobre tendências atuais do processo de implantação do subsistema de atenção à saúde. In: GARNELO, Luiza e PONTES, Ana Lúcia (org.). **Saúde Indígena: uma introdução ao tema**. Coleção Educação para Todos. Brasília: MEC-SECADI, 2012, p 19 - 58.

GARFIELD, Seth e COLLEGE, Bowdoin. As raízes de uma planta que hoje é o Brasil: os índios e o Estado-Nação na Era Vargas. In: **Revista Brasileira de História**. São Paulo, v. 20, nº 39, p 15 - 42. 2000.

HOCHMAN, Gilberto e SILVA, Renato da. Campanhas públicas, populações (quase) invisíveis: endemias rurais e indígenas na saúde pública brasileira. In: TEIXEIRA, Carla Costa e GARNELO, Luiza (org). **Saúde indígena em perspectiva: explorando suas matrizes históricas e ideológicas**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2014, não paginado.

KARNAL, Leandro e TATSCH, Flávia. Documento e História: a memória evanescente. In: PINSKY, Carla Bassanezi e LUCA, Tânia Regina de (org.). **O historiador e suas fontes**. São Paulo: Contexto, 2012, p. 9 - 24.

LIMA, Antônio Carlos de Souza. **Um grande cerco de paz: poder tutelar, indianidade e formação do Estado no Brasil**. Petrópolis-RJ: Vozes, 1995.

LIMA, Antônio Carlos de Souza. Revisitando a tutela: questões para se pensar as políticas públicas para povos indígenas. In: TEIXEIRA, Carla Costa e GARNELO, Luiza (org.). **Saúde indígena em perspectiva: explorando suas matrizes históricas e ideológicas**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2014, não paginado.

MELATTI, Júlio Cezar. **Índios do Brasil**. In LIMA, Antônio Carlos de Souza. São Paulo: EDUSP, 1^o ed. 2014.

MOONEN, Frans e MAIA, Luciano Mariz (orgs). **História dos índios Potiguara: 1500 - 1983 (Relatórios e Documentos)**. Recife, 2^o ed. digital, 2008.

OLIVEIRA, Yris Campos. **O SPI e as políticas de saúde junto ao Posto Indígena Nísia Brasileira**. In: APOLINÁRIO, Juciene Ricarte, NASCIMENTO, Edvânia da Silva e ANDRADE, Rodrigo Ribeiro (orgs). Fontes documentais e pesquisa histórica – cultura, poder, sociedade e identidade: anais eletrônicos do III Seminário nacional fontes documentais e pesquisa histórica. Campina Grande, 2020, p. 74 – 79.

PALITOT, Estêvão Martins. A multidão Potiguara: poder tutelar e conflito na Baía da Traição ao longo do século XX. In: VALLE, Carlos Guilherme Octaviano, GRÜNEWALD, Rodrigo de Azeredo (org). **Dossiê: Povos e Comunidades Tradicionais**. Raízes, v 31, n. 1, jan-jun/2011.

RIBEIRO, Darcy. **Os índios e a civilização: a integração das populações indígenas no Brasil moderno**. In __. São Paulo: Global Editora, 7^a ed. 2017.

STAUFFER, David Hall. **Origem e fundação do Serviço de Proteção aos Índios**. Trad. J. Philipson. Texas, 1955.

TEIXEIRA, Carla Costa e GARNELO, Luiza (org). Parte I: As matrizes indigenistas e sanitárias. In __. **Saúde indígena em perspectiva: explorando suas matrizes históricas e ideológicas**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2014, não paginado.

VALENTE, Rubens. **Agonia e extinção do Serviço de Proteção aos Índios no regime militar**. In. CAMPOS, Dossiê v. 20, n.2 pp. 37-58, jul.dez, 2019.

CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

EFEITOS DA CRISE CAUSADA PELA COVID-19 NA BOOK TAX-DIFFERENCE (BTD) DE EMPRESAS BRASILEIRAS

Maria Isaura da Costa Neta¹ Roberio Dantas de França²

RESUMO

O objetivo desse projeto é avaliar o efeito da crise do Covid-19 na Book-Tax Difference (BTD) de empresas brasileiras. Utilizou-se a metodologia proposta na literatura para cálculo das BTD total, temporária e permanente; e o modelo de regressão adaptado de Tang (2006) e Tang e Firth (2011) para extrair a BTD anormal através dos resíduos e a BTD normal pela subtração desta. A pesquisa apresenta-se como quantitativa e descritiva com uso de modelagem multivariada, análise descritiva e testes de hipóteses. Sabe-se que o Brasil possui um sistema tributário complexo, alta carga tributária e uma visão negativa da cobrança de impostos pela sociedade, fazendo com que a elisão fiscal seja uma prática aceita na busca de economia de impostos pelas empresas. Os resultados, embasados em uma BTD média positiva, demonstram que em períodos de crise as empresas praticam gerenciamento tributário e de resultado, acarretando impactos em termos sociais, públicos e econômicos.

Palavras-chaves: BTD. Gerenciamento Tributário. Covid-19. Crise Econômica.

¹ Discente Bolsista no Programa de Iniciação Científica - email: maria.isaura27@gmail.com, telefone: (83) 98796-8346; Instituição de vínculo da bolsa: UFPB/CNPq/FAPESQ.

² Prof. Dr. Orientador do Projeto - email: roberiodantas@terra.com.br

APRESENTAÇÃO

As ações de agressividade tributária e de gerenciamento de resultados geram diferenças entre o resultado contábil e o tributável e podem ser capturadas através da Book Tax-Difference (BTD). Nesse sentido, a BTD identifica se as diferenças entre os lucros contábil e tributável são correspondentes às respectivas incongruências normativas e regulamentares (diferenças não discricionárias); ou se ocorrem em face da discricionariedade dos gestores - seja pelo gerenciamento de resultados, seja pelo gerenciamento tributário (diferenças discricionárias).

A pesquisa em contabilidade e tributos investiga as propriedades da BTD em relação ao desalinhamento natural entre as normas contábeis e tributárias, e em relação a capacidade de capturar estratégias de planejamento tributário agressivo e gerenciamento de resultados (TANG; FIRTH, 2011; GRAHAM; RAEDY, 2012; SHACKELFORD, 2012). As evidências também demonstram que os gestores agem de forma oportuna no resultado contábil para reduzir a tributação sobre o lucro e extrair benefício próprio dessas ações (WATTS; ZIMMERMAN, 1986; SHACKELFORD; SHEVLIN, 2001; TANG, 2005; FORMIGONI; ANTUNES; PAULO, 2009; REZENDE; NAKAO, 2012).

O cenário da estagnação econômica suscitado pela crise sanitária da Covid-19 conferiu uma série de implicações de cunho tributário na dinâmica de fluxo monetário organizacional e, paralelamente, na relação binomial empresa-governo. Nessa seara, as firmas sofreram impactos em diferentes níveis, havendo setores fortemente atingidos, cujas empresas permeiam quadros de insolvência e fluxos de caixa deficitários. As medidas de suporte governamental foram imprescindíveis para superação dessas circunstâncias; concomitantemente, essas providências podem incentivar desvios de conduta de teor oportunista por parte das empresas.

Nesse contexto, as empresas podem usar as ações excepcionais do governo para proveito próprio, utilizando-se de vias como o gerenciamento de tributos oportunizado pelos incentivos fiscais para maximizar os lucros. O aspecto tributário pode gerar, assim, sentimentos públicos adversos no que tange ao senso de responsabilidade social, tendo em vista as condições díspares dessas empresas, como algumas multinacionais apoiadas pelo governo nacional (LAFFITTE et al, 2020); em contraposição àquelas que

historicamente pagam tributos sem a agressividade das estratégias de economia de tributos.

De acordo com Hanlon e Heitzman (2010) e Chan, Lin e Mo (2010) a BTM pode ser decorrente de três causas principais: (i) diferentes objetivos para as normas contábeis e as normas tributárias, causando desalinhamento no cálculo do resultado contábil e tributário (Formigoni et al, 2009; Hanlon e Maydew, 2009; Chan, Lin e Mo (2010); Hanlon e Heitzman, 2010); (ii) gerenciamento de resultados que evidenciam maiores lucros ao mercado, elevando o resultado financeiro sem aumentar o custo de pagamento dos impostos (Hanlon e Heitzman, 2010); e (iii) gerenciamento tributário visando redução do resultado tributário (Hanlon e Heitzman, 2010).

O presente estudo, cujo objetivo geral consiste em avaliar o efeito da crise gerada pela pandemia do Covid-19 na Book-Tax Difference de empresas brasileiras, envolve os diferentes tipos de BTM (total, permanente, temporária, anormal e normal) e segue a metodologia de Comprix, Graham e Moore (2011) adaptado por Barbosa e Costa (2020) e de Tang (2006) adaptado por Martinez e Passamani (2014) e Furtado et al (2014). A análise da BTM no cenário atual da crise do Covid-19 pode evidenciar melhor o comportamento das empresas no tocante às estratégias tributárias capturadas pela BTM nas três principais causas já elencadas. Dessa forma, o presente estudo visa responder a seguinte questão de pesquisa: **qual o efeito da crise gerada pela Covid-19 na Book Tax-Differences de empresas brasileiras?**

No geral, a pesquisa contribuirá em três pontos: (i) na discussão das relações de ajuda mútua entre governos e setores empresariais no combate à crise econômica causada pela Covid-19, sobretudo nos aspectos relacionados ao contexto tributário; (ii) na área de conhecimento do estudo, avançando no entendimento dos efeitos das crises econômicas na BTM de empresas brasileiras, cujo cenário tributário é diferente de outros contextos, sobretudo no que se refere à forma como os impostos são vistos pela sociedade e como isso pode afetar o oportunismo gerencial; (iii) na análise do comportamento da *tax avoidance* durante a pandemia sob a ótica da BTM, uma *proxy* que carece de análise na literatura.

Por fim, é importante destacar que os estudos da área de contabilidade e tributos necessitam de cuidados adicionais em suas conclusões e generalizações, visto que o Brasil possui um sistema tributário complexo e as informações fiscais nem sempre estão

diretamente disponíveis ao público. Essas limitações, contudo, devem ser vistas apenas como precaução, não como um problema em relação aos resultados do presente estudo.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A crise ocasionada pelo Covid-19 possui caráter multifacetado e se manifesta em distintas esferas, que ultrapassam os impactos na saúde pública e repercutem severamente na economia brasileira (ANDERSON et al, 2020; WORLD BANK, 2020). O Brasil, assim como os países ao redor do globo, instituiu medidas a fim de conter a propagação do vírus, evitando a sobrecarga do sistema de saúde com casos graves da doença (IPEA, 2021). Não obstante, essas medidas desencadearam essencialmente implicações em duas frentes para o país: tanto na perspectiva externa, quanto na interna (WORLD BANK, 2020).

O impacto no âmbito externo engloba a demanda e os preços externos. Isto inclui o mercado externo do petróleo, o qual também foi desestabilizado com a redução da demanda e sucedeu ao declínio nos preços da *commodity*, desfavorecendo a economia do país. Internamente, a oferta e a demanda foram afetadas pelo distanciamento social com a inibição das interações físicas, concomitantemente a restrições a determinadas atividades econômicas (WORLD BANK, 2020). Esses fatores culminaram em um cenário econômico de recessão, inóspito para o desenvolvimento de diversas atividades empresariais (WORLD BANK, 2020; MATTOS, 2020).

Nessa ótica, a inibição da atividade empresarial prejudica a economia como um todo. A queda do setor produtivo provocou desemprego, reduzindo a renda da população e requerendo políticas públicas de apoio. O governo instaurou, como resposta, a MP 936, que compensou o desemprego, com novas disposições legais para as relações trabalhistas diante do contexto de calamidade pública (WORLD BANK, 2020; MATTOS, 2020).

Vale ressaltar, contudo, que o segmento econômico que sofreu maior impacto na pandemia foi o de micro e pequenas empresas (MPÉs). O *lockdown* inibiu atividades que lidam fundamentalmente com interações presenciais, resultando em decréscimo de mais da metade das receitas na grande maioria das MPÉs. As medidas protetivas do governo, juntamente ao Banco Central, visaram beneficiar a liquidez dos empreendimentos, com

diferimento de impostos e medidas trabalhistas de flexibilização contratual (WORLD BANK, 2020; MATTOS, 2020).

Diante dessa conjuntura hostil às atividades empresariais, entrava-se a objeção do equilíbrio fiscal, uma vez que o governo já se encontrava em situação financeira inconstante - baixo crescimento econômico e das receitas públicas, alta dívida pública e ascendentes gastos obrigatórios com previdência e pessoal. A condição de fragilidade fiscal é impulsionada pela necessidade de contração de gastos para amparo à população em face da calamidade pública (WORLD BANK, 2020; MATTOS, 2020).

Nesse quesito, adentra-se o fator de aceitação social das medidas governamentais de enfrentamento, sobretudo no que tange às políticas públicas que envolvem renúncia de receita e admitem empresas tributariamente agressivas, que já vêm se beneficiando fiscalmente (LAFFITTE et al, 2020). Por conseguinte, essas estratégias fiscais reduzem as receitas públicas, o que traz impacto à destinação de recursos ao sistema de saúde público do país, cujo subfinanciamento estrutural afeta sua capacidade em aspectos humanos e materiais (FERNANDES; PEREIRA, 2020).

A variável elencada como proxy para atividades de *tax avoidance* e agressividade tributária foi a BTM, tratada sob suas figurações de BTM total; BTM temporária e BTM permanente; e BTM normal e BTM anormal. Para cada um desses tipos de BTM, seus respectivos fatores explicativos se adequam às óticas de estudo, sendo que a literatura aborda distintos determinantes.

Para a BTM normal, na literatura, são tratados: investimentos, variação de receita, prejuízo fiscal líquido por Tang (2006), Martinez e Passamani (2014), Furtado et al (2014) e França e Monte (2019); imposto de renda diferido, patrimônio líquido subtraído do lucro líquido por Martinez e Passamani (2014), Furtado et al (2014); ativo fiscal diferido subtraído do passivo fiscal diferido por Martinez e Passamani (2014) e variação de estoque por Furtado et al (2014).

De acordo com o estudo de Martinez e Passamani (2014), a relação entre a BTM e investimentos (investimentos, imobilizado, intangível e diferido) é negativa, logicamente amparada pela maior probabilidade de existência de determinadas despesas não dedutíveis para fins fiscais, como aquelas vinculadas ao ativo imobilizado, o que provocaria uma adição para fins de ajuste fiscal e apuração do lucro tributável.

Para a variação da receita, Martinez e Passamani obtiveram uma relação negativa com a BTB. França e Monte (2019), por sua vez, obtiveram uma relação positiva; salientam que critérios de reconhecimento de receitas e despesas podem gerar diferenças nos sistemas contábil e tributário, sendo, portanto, uma variável importante para modelos de acumulações não discricionárias; contudo, dada a incidência de outros tributos sobre a receita além do IR e da CSLL, as variações da receita podem captar estratégias tributárias mais amplas.

Martinez e Passamani (2014) obtiveram uma relação negativa entre a BTB e o imposto de renda diferido. Os autores tecem a teoria de que quando ocorrer receita de imposto de renda diferido - isto é, quando o valor se apresentar positivo -, o efeito será contrário na BTB, contribuindo negativamente para sua formação. Para a despesa de imposto de renda - valores negativos -, a contribuição desta variável para a BTB será positiva.

Para a diferença entre o patrimônio e o lucro líquido, a base normativa estabelece uma relação positiva com a BTB, tendo em vista que essa conta representa a base de cálculo para distribuição de Juros Sobre Capital Próprio, elemento singular do contexto brasileiro, o qual apresenta dedutibilidade para fins fiscais e se relaciona negativamente com a BTB (MARTINEZ; PASSAMANI, 2014). Contudo, os autores encontraram uma relação negativa, devido a um número insatisfatório de empresas que utilizam esse mecanismo na amostra ou à não distribuição regular de JSCP.

Por fim, a diferença entre o ativo fiscal diferido e o passivo fiscal diferido apresenta-se negativamente relacionada com a BTB. Isso indica que à medida em que o saldo dessa diferença aumenta, há maior possibilidade de formação de ativo fiscal diferido ou utilização de passivo fiscal diferido, sendo que ambos geralmente ocorrem com uma adição no lucro (MARTINEZ; PASSAMANI, 2014).

A BTB temporária e a BTB permanente, cujos determinantes são estudados por Manzon e Plesko (2002), Tang e Firth (2011), Fonseca e Costa (2017) e Riguen e Jarboui (2015), são explicadas por: rentabilidade, variação de receita, variação no imobilizado, índice preço-lucro, liquidez, alavancagem, tamanho e BTB defasada.

Fonseca e Costa (2017) demonstraram uma relação positiva entre a BTB temporária e as variáveis rentabilidade e BTB defasada. Os autores explicam que quanto mais rentável for a empresa, maiores são as chances de ela apresentar estratégias

tributárias mais agressivas; da mesma forma, quanto maior a BTM temporária do ano anterior, mais a BTM temporária do ano em curso, isto é, a empresa tende a aumentar o nível de supressão do pagamento de tributos a cada ano.

Para a variação de receita, Riguen e Jarboui (2015) confirmaram a hipótese de que o crescimento das vendas (variação positiva da receita) possui relação positiva com a BTM. Os pesquisadores esclarecem que esse crescimento pode estar associado a diferenças entre o lucro contábil e o lucro fiscal quando há *accruals* nas escolhas contábeis - isto é, o aumento das vendas vinculado a escolhas dos gestores que envolvem gerenciamento de resultado gera BTM, que podem ser temporárias ou permanentes.

De acordo com Manzon e Plesko (2002) e Tang e Firth (2011), o crescimento do imobilizado atua na provisão de *impairment* para o ativo fixo, como preceituado nas normas de contabilidade. O *impairment* é indedutível para fins fiscais de acordo com a legislação tributária brasileira, o que incrementa o lucro tributável por meio de ajuste (adição) no lucro contábil; logo, a relação entre a variação do imobilizado e a BTM é positiva, gerando diferenças permanentes, sendo maiores de acordo com o crescimento do imobilizado.

Quanto ao tamanho, Riguen e Jarboui (2015) salientam que firmas maiores dispõem de mais recursos, os quais podem aplicar em planejamento tributário, de forma a diminuir a taxa efetiva de impostos. Por outro lado, os autores argumentam também que pequenas empresas são mais propensas a recorrer a métodos contábeis agressivos para aumentar o lucro reportado do que empresas grandes, em decorrência de custos políticos.

Já para o índice preço-lucro, Riguen e Jarboui (2015) teorizam que este possui uma relação negativa com a BTM: quanto maior o índice, menor tende a ser a diferença entre o lucro contábil e o tributário. Isso ocorre em vista do efeito inibição que o mercado possui sobre as discrepâncias da empresa; analogamente, o mercado está disposto a interpretar a implicação das diferenças contábeis-fiscais, considerando que as empresas apresentam grandes diferenças entre o lucro contábil e o tributável devido à severa manipulação dos lucros.

Espera-se também que a liquidez apresente impacto na BTM, pois empresas que apresentam problemas de baixa liquidez são mais propensas a realizar o gerenciamento tributário. Isto se complementa ao maior dispêndio com tributos quando a empresa possui uma receita vultosa ou grande fluxo de caixa operacional, que culminará em maior

arrecadação; por conseguinte, os gestores estão mais dispostos a reduzir essa base tributável (RIGUEN; JARBOUI, 2015).

Destaca-se, por último, a alavancagem, como um índice que reflete a estrutura de capital da empresa. A literatura conjectura a alavancagem como variável de controle importante para BTB, pois empresas com níveis de endividamento mais elevados foram aliciadas a gerenciar seus tributos, buscando uma economia de tributos que evitasse o descumprimento de contratos juntos aos credores (RIGUEN; JARBOUI, 2015).

As companhias beneficiam-se de lacunas nos preceitos normativos tributários para exercer práticas de *tax avoidance*, implicando consequências no âmbito da arrecadação de receitas governamentais, que podem ser estudadas através da *proxy* Book Tax Differences (BTB) (TRY et al, 2021). Assim, essas práticas ascendentes constituem um dos principais desafios econômicos atuais, principalmente no que tange às grandes empresas, cujo produto da arrecadação é indispensável ao orçamento estatal (CABELKOVA, 2021; LAFFITTE et al, 2020).

Laffitte et al (2020) respaldam a coerção social diante de situações em que empresas que já se caracterizam como tributariamente agressivas amparam-se de medidas governamentais de apoio que incluem redução da carga tributária, caso em que a legitimidade e a moralidade dessas empresas são socialmente passíveis de reflexão. Os autores demonstram redução média da ETR de longo prazo, apontando para indícios de elisão fiscal e diminuição da alíquota efetiva de tributos. A utilização da BTB como *proxy* para mensuração de atividades de *tax avoidance* durante a pandemia carece de estudos, devendo haver prossecução da análise das práticas tributárias durante a crise através da utilização desta variável (TRY et al, 2021).

Corporações multinacionais têm aprimorado o uso de mecanismos complexos de *tax avoidance*, incluindo transferência de dívidas, paraísos fiscais para registrar ativos intangíveis e estratégias de preços de transferência. Por meio desses aparatos, essas companhias vêm se beneficiando cumulativamente com reduções de impostos (MARTIN, 2021). Essas reduções acarretam perdas em escala de receita governamental, que poderiam prover serviços públicos básicos e infraestrutura; isto precariza as condições de saúde, conforme evidenciado na pandemia (MARTIN, 2021; LAFFITTE et al, 2021).

Os formuladores de políticas públicas, dotados da responsabilidade social de suporte populacional e corporativo, ergueram diversas medidas - como a destinação

monetária direta, reduções de alíquotas, adiamento de obrigações e outras -, as quais podem trazer consequências para a capacidade e a qualidade de infraestrutura e serviços públicos, na medida em que afetam o montante arrecadado. Paralelamente, o aumento dos lucros das empresas que exercem práticas fiscais agressivas deteriora ainda mais as circunstâncias governamentais de atendimento às demandas sociais com o aumento de lucros por meio da economia de tributos.

O período da pandemia foi demarcado pelo declínio da arrecadação tributária e decadência estrutural da maior parte dos setores econômicos em diferentes níveis ao redor do globo. A redução severa dos níveis de receita e o estreitamento dos fluxos de caixa enraizaram a problemática da insolvência corporativa e falências massivas. Conjuntamente, o déficit público e o endividamento governamental fundamentam estatísticas de um patamar similar à Grande Depressão (ȚIBULCĂ, 2021).

O estudo de Nguyen e Nguyen (2020) sugere que as práticas de evasão fiscal aumentam quando as empresas, principalmente as financeiramente restritas, percebem incerteza política e econômica em momentos de crise. No contexto das políticas fiscais na Grande Recessão de 2008 - crise advinda da bolha imobiliária norte-americana -, similarmente às medidas adotadas na crise da Covid-19, houve diferimento e redução de tributos em diversos países (MOREIRA; HICK, 2021).

A crise do petróleo de 1973, que envolveu um ciclo desvirtuoso oriundo do desequilíbrio no mercado do petróleo que mutuamente induzia inflação e decréscimo econômico, também contou com instrumentos de redução da receita governamental provenientes da arrecadação tributária (MOHAN, 2015). Assim, a literatura demonstra que em períodos de crise, nos diversos países ao redor do globo, a arrecadação tributária tende a sofrer perturbações devido a desequilíbrios que prejudicam o cenário econômico em processos intrinsecamente encadeados.

O governo brasileiro, por sua vez, depara-se com um déficit na arrecadação que foi impulsionado durante a pandemia por medidas como a instituição da alíquota zero para operações de crédito, isenções e outras reduções de tributos (TESOURO NACIONAL, 2021). Essa minoração se acosta na reação sistemática das empresas às incertezas econômicas que permeiam períodos de recessão; a qual engloba condutas de redução da alíquota efetiva e incluem formas mais agressivas de planejamento tributário (NGUYEN; NGUYEN, 2020).

METODOLOGIA

A pesquisa se apresenta como quantitativa de cunho descritivo. Utiliza-se modelagem multivariada e modelos de regressão conforme análise do comportamento dos dados. Na estatística descritiva, testes de correlação, média, mediana e desvio padrão, dentre outros, também foram utilizados.

A coleta de dados para composição da amostra foi realizada em fontes secundárias. Os dados se referem ao reporte anual das demonstrações financeiras de empresas listadas na Bolsa de valores do Brasil – B3 nos anos de 2012 a 2021, coletados na base de dados Economática®. As demonstrações financeiras que compõem a amostra estão sob o mesmo conjunto de regras tributárias, uma vez que os impostos sobre o lucro são calculados sob a mesma base tributária, mantendo-as constantes para efeito de análise e garantindo a consistência na contabilidade.

A Tabela 1 apresenta a composição amostral que subsidiou os resultados e análises deste estudo. A amostra inicial, formada por 693 empresas, totalizou 240 empresas e 2.572 observações após a exclusão de bancos, seguradoras e corretoras, além das observações desprovidas de dados suficientes para o período analisado (2012 a 2021).

Tabela 1 - Composição da amostra de pesquisa. 2012 a 2021.

Composição	Nº de empresas	Nº de observações
Empresas	693	6.930
(-) Bancos, intermediação financeira, seguradoras e corretoras	(75)	(750)
(-) Dados ausentes / insuficientes para o cálculo das variáveis	(296)	(2.960)
Total	322	3.220

Fonte: Economática® (2022).

A variável dependente é a BTB. Para o cálculo da BTB total, temporária e

permanente foi utilizada a metodologia proposta por Comprix, Graham e Moore (2011), Costa e Lopes (2015) e Barbosa e Costa (2020), conforme as equações 1, 2 e 3, respectivamente.

$$\mathbf{BTDT}_{i,t} = \mathbf{LAIR}_{i,t} - \mathbf{LT}_{i,t} / \mathbf{AT}_{i,t-1} \quad (1)$$

$$\mathbf{BTDTE}_{i,t} = (\mathbf{IRD}_{i,t} / \mathbf{Ai,t}) / \mathbf{AT}_{i,t-1} \quad (2)$$

$$\mathbf{BTDPE}_{i,t} = \mathbf{BTDT}_{i,t} - \mathbf{BTDTE}_{i,t} \quad (3)$$

Onde,

- **BTDT** é a diferença total entre o lucro contábil e o lucro tributável;
- **LAIR** é o lucro contábil antes do imposto de renda (IR) e da contribuição social sobre o lucro (CSLL);
- **LT** é o lucro tributável, calculado pela relação entre a despesa de imposto de renda corrente e a alíquota máxima de imposto de renda (Plesko, 1999; Costa; Lopes, 2015; Barbosa e Costa, 2020);
- **AT** é o ativo total no período anterior (*t-1*);
- **BTDTE** é a diferença temporária entre o lucro contábil e o lucro tributável; • **IRD** é a despesa com imposto de renda diferido;
- **BTDPE** é a diferença permanente entre o lucro contábil e o lucro tributável.

Em seguida, após encontrar os valores da **BTD** da firma *i* no ano *t*, estima-se a regressão (equação 4) adaptada de Tang (2006) e Tang e Firth (2011) para extrair a **ABTD** através dos seus resíduos, como segue:

$$\mathbf{BTD}_{it} = \alpha_0 + \beta_1 \Delta \mathbf{REC}_{it} + \beta_2 \mathbf{INV}_{it} + \beta_3 \mathbf{IRD}_{it} + \beta_4 (\mathbf{PL} - \mathbf{LL})_{it} + \beta_5 \mathbf{PF}_{it-1} + \beta_2 \mathbf{EST}_{it} + \mu_{it} \quad (4)$$

Onde,

- **BTD_{it}** é o resultado da equação (2) da firma *i* no ano *t* e representa a diferença total entre o lucro contábil e o lucro tributável;
- **ΔREC_{it}** é a variação da receita líquida da firma *i* do ano *t*;
- **INV_{it}** é a soma das contas investimentos, imobilizado, intangível e diferido da firma *i* no ano *t*;
- **IRD_{it}** é o imposto de renda diferido da firma *i* no ano *t*;
- **(PL - LL)_{it}** é o valor do patrimônio líquido subtraído do lucro líquido da firma *i* no ano *t*;
- **PF_{it-1}** é o prejuízo fiscal líquido do ano anterior (*t-1*) da firma *i*, cuja dummy assume 1 (um) pela ocorrência do prejuízo e 0 (zero) quando o contrário ocorre;
- **EST_{it}** é o valor do estoque da firma *i* no ano *t*;
- **α** e **β** representam os coeficientes da regressão; e,

- μ_{it} é o erro da regressão (ABTD).

As variáveis são *winsorizadas* a 1% e 99% para tratar problemas de *outliers* e padronizadas pelo ativo total para mitigar o efeito escala das firmas, exceto PF por se tratar de uma variável binária. Por fim, uma vez estimado o modelo de regressão para extrair os resíduos que representam a ABTD, calcula-se a BTD normal (NBDT) conforme a equação 5.

$$\text{NBDT} = \text{BTD} - \text{ABTD} \quad (5)$$

Abaixo, a Tabela 1 descreve resumidamente as variáveis do estudo.

Tabela 2. Discriminação das variáveis utilizadas na pesquisa

(continua)

	Descrição	Variável	Mensuração	Fundamentação
Variável independente	BTD Total	BTD	(Lucro antes do imposto de renda (LAIR) - Despesa de IR e CSLL/0,34)/Ativo total	Hanlon e Heitzman (2010), Choi et al (2020), Furtado et al (2016), Tang (2006), Martinez e Passamani (2014)
	BTD Normal	NBDT	$NBDT_{it} = BTD_{it} - ABTD_{it}$	Tang (2006), Martinez e Passamani (2014)
	BTD Anormal	ABTD	Resíduo da regressão da Equação 1 (ε_{it})	Hanlon e Heitzman (2010), Tang (2006), Martinez e Passamani (2014)
	BTD Temporária	BTDTE	(IR e CSLL diferidos/0,34)/Ativo Total	Hanlon e Heitzman (2010), Choi et al (2020), Martinez e Passamani (2014)
	BTD Permanente	BTDPE	$BTDPE_{it} = BTD_{it} - BTDTE_{it}$	Choi et al (2020)
Crise	Crise causada pela pandemia	CRISE	Variável <i>dummy</i> para representar a pandemia, sendo 1 para o ano de 2020 e 2021 e 0 (zero) para os demais	-
Determinantes BTD normal e anormal Modelo de Tang (2006) (Adaptado)	Investimentos	INV	(Investimentos + Imobilizado + Intangível + Diferido) / Ativo Total	Tang (2006), Martinez e Passamani (2014), Furtado et al (2016), Ávila et al (2017)

Tabela 2. Discriminação das variáveis utilizadas na pesquisa

(continua)

	Descrição	Variável	Mensuração	Fundamentação
Determinantes BTDe normal e anormal Modelo de Tang (2006) (Adaptado)	Varição de Receita	ΔREC	(Receita Líquida em t-1 / Receita Líquida em t) / Ativo Total	Tang (2006), Martinez e Passamani (2014), Furtado et al (2016), França e Monte (2019), Ávila et al (2017)
	Prejuízo Fiscal Líquido	PREJ	Prejuízo Fiscal Líquido / Ativo Total	Tang (2006), Martinez e Passamani (2014), Furtado et al (2016), Ávila et al (2017)
	Imposto de Renda Diferido	IRD	IR e CSLL Diferidos / Ativo Total	Martinez e Passamani (2014), Furtado et al (2016), Ávila et al (2017)
	Patrimônio Líquido subtraído do Lucro Líquido	PL-LL	Diferença entre o Patrimônio Líquido e o Lucro Líquido / Ativo Total	Martinez e Passamani (2014), Furtado et al (2016), Ávila et al (2017)
	Ativo Fiscal Diferido subtraído do Passivo Fiscal Diferido	AFD-PFD	Diferença do valor do Ativo Fiscal Diferido e o valor do Passivo Fiscal Diferido / Ativo Total	Martinez e Passamani (2014)
	Varição de Estoque	ΔEST	Varição do estoque da firma i do período t-1 para o período t	Furtado et al (2016), Ávila et al (2017)
Determinantes BTDe temporária e permanente	Rentabilidade	RENT	Variável <i>dummy</i> : assume 1 quando a empresa apresenta lucro antes do imposto de renda e 0 caso contrário	Fonseca e Costa (2017), Riguen e Jarboui (2015), Ávila et al (2017)
	Varição da receita	ΔREC	(Receita Líquida em t-1 / Receita Líquida em t) / Ativo Total	Fonseca e Costa (2017), Riguen e Jarboui (2015)
	Imobilizado	$\Delta IMOB$	(Imobilizado em t - Imobilizado em t-1) / Ativo total em t-1	Fonseca e Costa (2017), Riguen e Jarboui (2015)
	LAIR subtraído do Fluxo de Caixa Operacional	AD	LAIR menos o fluxo de caixa das operações dividido pelo ativo total defasado	Fonseca e Costa (2017)

Tabela 2. Discriminação das variáveis utilizadas na pesquisa

(conclusão)

	Descrição	Variável	Mensuração	Fundamentação
Determinantes s BT D temporária e permanente	Índice preço-lucro	IPL	Preço de fechamento da ação / lucro por ação	Fonseca e Costa (2017), Riguen e Jarboui (2015)
	Liquidez	AC/PC	Ativo Circulante / Passivo Circulante	Fonseca e Costa (2017), Riguen e Jarboui (2015)
	Alavancagem	ALAV	$[(\text{Lucro Líquido} + \text{Participação acionária minoritária}) * \text{Ativo Total} / (\text{Patrimônio Líquido} + \text{Participação acionária minoritária})] / (\text{Lucro Líquido} + \text{Participação acionária minoritária} - \text{Resultado Financeiro})$	Fonseca e Costa (2017), Riguen e Jarboui (2015)
	Tamanho	TAM	Logaritmo natural do Ativo Total	Fonseca e Costa (2017), Riguen e Jarboui (2015)
	BTD defasada	LAGBTD	BTD total em t-1	Fonseca e Costa (2017), Riguen e Jarboui (2015)
	Ano	ANO	Variável <i>dummy</i> para cada ano do período estudado	Fonseca e Costa (2017)
	Setor	SETOR	Variável <i>dummy</i> para cada setor	Fonseca e Costa (2017)

Utilizou-se, num primeiro momento, a análise descritiva das variáveis, constituindo-se de média, desvio-padrão e análise dos quartis (percentil 0,25, mediana e percentil 0,75), com o intuito de explorar o comportamento e características de distribuição e dispersão dos dados da amostra.

Subsequentemente, a matriz de correlação foi investigada para verificar como as variáveis se relacionam. O estudo descritivo forneceu base para a prossecução da análise inferencial por meio dos testes de hipóteses.

Foi então realizado o teste de Wilcoxon para amostras pareadas, um teste não-paramétrico, para verificar as diferenças entre as *proxies* da BT D antes e durante a pandemia. Esse teste avalia as diferenças entre as distribuições amostrais por meio da apuração das diferenças da soma dos postos negativos e positivos. As hipóteses são:

- ✓ **H0: $m = m_0$ As BTDs antes e durante a crise não apresentam diferença;**
- ✓ **H1: $m \neq m_0$ As BTDs antes e durante a crise apresentam diferença.**

O teste de Wilcoxon foi adotado em função da não aderência dos dados à distribuição normal pelo teste de normalidade de Shapiro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta a estatística descritiva das variáveis quantitativas do estudo através das seguintes métricas: média, desvio-padrão, mediana e percentis 0,25 e 0,75 para o período de 2012 a 2021 relativamente às empresas da amostra.

Conforme Tabela 3, denota-se que os dados possuem elevada dispersão, logo, a média não é uma boa medida para representar a amostra do estudo, uma vez que o desvio-padrão de todas as variáveis elencadas é elevado em relação à média. Além disso, a média das variáveis diverge consideravelmente das respectivas medianas.

A análise da mediana da BTD Total indica que houve uma diferença positiva entre a taxa efetiva e a nominal de imposto, ou seja, existe uma taxa efetiva de Imposto de Renda e Contribuição Social sobre o Lucro Líquido menor que a taxa nominal do imposto para a metade das empresas da amostra, demarcando-se por 8,40%. Além disso, o percentil 0,75 da BTD Total, contado a partir de aproximadamente 20,00%, demonstra que um número considerável de empresas da amostra (empresas do terceiro quartil) possui um comportamento tributário notadamente agressivo, com uma taxa efetiva bem menor que a taxa nominal.

A BTD Permanente possui comportamento estatístico bastante similar ao da BTD Total, quanto à variabilidade e aos percentis. A avaliação descritiva do conjunto de dados permite concluir que a BTD Permanente é mais representativa para a composição da BTD Total que a BTD Temporária, ou seja, as diferenças entre a taxa efetiva e a nominal de tributos são predominantemente geradas por diferenças permanentes entre os sistemas contábil e fiscal, não tendem a convergir com o tempo.

Outra observação importante acerca dos dados refere-se ao fato de a BTD Temporária e a BTD Anormal possuírem mediana negativa. As diferenças temporárias e

as discricionárias, de acordo com o valor da mediana, possuem valor negativo, indicando que a taxa nominal é maior que a taxa efetiva de tributos, o que pode sinalizar uma maior variação positiva dos resultados futuros, conforme afirmam Martinez e Passamani (2014).

A Variação de Receita e a Variação de Estoque possuem valores bastante reduzidos, demonstrando que a Receita Líquida das empresas pouco se alterou de um ano ao ano seguinte. O Imposto de Renda Diferido, por sua vez, de acordo com a mediana e o percentil 0,25, constata que houve na amostra, majoritariamente, compensações negativas. Ademais, o Tamanho, por seu cálculo a partir de uma função logarítmica, é uma das variáveis menos dispersas, possuindo maior regularidade em sua distribuição. Ademais, cabe salientar que a BTD Anormal, por definição – sendo a soma dos erros padrão quadráticos –, possui média zero.

Tabela 3 - Estatística descritiva das variáveis quantitativas para toda a amostra. 2012 a 2021.

Variáveis	Média	Desvio-Padrão	Percentil			Obs.
			P25	P50	P75	
BTD Total	0,018771	0,475970	-0,050141	0,083974	0,199744	2572
BTD Normal	0,018771	0,307420	-0,252303	0,173965	0,221259	2572
BTD Anormal	0,000000	0,363374	-0,122456	-0,010738	0,150997	2572
BTD Temporária	-0,005757	0,110872	-0,016809	-0,000521	0,009327	2572
BTD Permanente	0,024528	0,499972	-0,030308	0,084657	0,197571	2572
INV	0,450471	0,239479	0,275536	0,439978	0,632017	2572
ΔREC	0,000007	0,000225	0,000000	0,000000	0,000001	2572
IRD	-0,001957	0,037697	-0,005715	-0,000177	0,003171	2572
PL-LL	0,210948	0,747991	0,190167	0,326194	0,467588	2572
AFD-PFD	0,023453	0,606777	-0,014620	0,087671	0,231549	2572
ΔEST	0,000125	0,005971	0,000000	0,000000	0,000001	2572
ΔIMOB	-0,268726	13,975492	-0,004299	0,000949	0,021954	2570
AD	0,577339	27,565526	-0,021400	0,039175	0,096801	2572
IPL	1,34E+10	4,21E+10	-1,21E+10	1,41E+10	3,59E+10	1689
AC/PC	1,791690	1,956316	0,939902	1,393274	2,109742	2572
ALAV	0,494713	204,987064	0,720254	1,632876	2,562524	2572
TAM	6,439228	0,795906	5,929205	6,453511	6,977160	2572
LAGBTD	0,006733	0,474040	-0,053997	0,078430	0,192683	2572

Fonte: Dados da pesquisa. 2022.

As Tabelas 4 e 5 apresentam as matrizes de correlação das variáveis. As variáveis BTD e NBTD apresentaram correlação negativa baixa ou moderada em relação a Investimentos, Variação da Receita e Imposto de Renda Diferido; correlação negativa e substancial quanto ao prejuízo fiscal líquido; positiva moderada ou forte para a Diferença do Patrimônio Líquido e o Lucro Líquido e o Ativo Fiscal Diferido subtraído do Passivo Fiscal Diferido; e positiva fraca para Variação de Estoque.

A ABTD não se mostrou correlacionada com nenhum desses determinantes para a amostra, como esperado, uma vez que decorre do gerenciamento tributário e do gerenciamento de resultado (ÁVILA et al, 2017; MARTINEZ; PASSAMANI, 2014); não se aplicando aos determinantes supracitados que indicam divergências de critérios de mensuração dos resultados contábil e tributário.

A BTD Temporária e a BTB Permanente possuem correlação negativa e baixa com Variação de Receita e Alavancagem; e positiva com Rentabilidade, Índice Preço Lucro, Liquidez e BTB Defasada.

Tabela 4. Matriz de correlação: BTB, NBTB, ABTD, crise e determinantes

	BTD	NBTB	ABTD	CRISE	INV	ΔREC	PREJ	IRD	PL.LL	AFD.PFD	ΔEST
BTD	1,0000	0,6459	0,7634	0,0658	-0,0346	-0,0134	-0,5433	-0,1055	0,3839	0,3383	0,0037
NBTB	0,6459	1,0000	0,0000	0,0074	-0,0536	-0,0208	-0,8412	-0,1633	0,5944	0,5233	0,0057
ABTD	0,7634	0,0000	1,0000	0,0800	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000
CRISE	0,0658	0,0074	0,0800	1,0000	-0,0740	-0,0122	-0,0597	-0,0019	-0,0866	-0,0105	0,0357
INV	-0,0346	-0,0536	0,0000	-0,0740	1,0000	0,0223	0,0376	0,1006	0,0809	-0,1643	0,0351
ΔREC	-0,0134	-0,0208	0,0000	-0,0122	0,0223	1,0000	-0,0031	-0,0100	-0,0053	-0,0193	0,0330
PREJ	-0,5433	-0,8412	0,0000	-0,0597	0,0376	-0,0031	1,0000	-0,1367	-0,2318	-0,2884	-0,0138
IRD	-0,1055	-0,1633	0,0000	-0,0019	0,1006	-0,0100	-0,1367	1,0000	0,1834	0,2010	0,0091
PL.LL	0,3839	0,5944	0,0000	-0,0866	0,0809	-0,0053	-0,2318	0,1834	1,0000	0,7594	0,0117
AFD.PFD	0,3383	0,5233	0,0004	-0,0105	-0,1643	-0,0193	-0,2884	0,2010	0,7594	1,0000	-0,0006
ΔEST	0,0037	0,0057	0,0000	0,0357	0,0351	0,0330	-0,0138	0,0091	0,0117	-0,0006	1,0000

Tabela 5. Matriz de correlação: BTD, BTDPPE, BTDTTE, crise e determinantes

	BTD	BTDTTE	BTDPPE	CRISE	RENT	Δ REC	Δ IMOB	AD	IPL	AC.PC	ALAV	TAM	LAGBTD
BTD	1,0000	-0,1055	0,9754	0,0658	0,5433	-0,0134	-0,0004	0,0123	0,4454	0,1367	-0,0130	0,1745	0,4718
BTDTTE	-0,1055	1,0000	-0,3222	-0,0019	0,1367	-0,0100	0,0056	-0,0016	0,0869	0,0324	-0,0035	0,0478	-0,0251
BTDPPE	0,9754	-0,3222	1,0000	0,0631	0,4869	-0,0105	-0,0016	0,0120	0,4211	0,1230	-0,0116	0,1555	0,4547
CRISE	0,0658	-0,0019	0,0631	1,0000	0,0597	-0,0122	0,0107	0,0365	0,0675	0,0115	0,0112	0,0518	0,0107
INV	-0,0346	0,1006	-0,0553	-0,0740	-0,0376	0,0223	-0,0211	0,0141	0,0439	-0,2782	-0,0076	0,1254	-0,0126
Δ REC	-0,0134	-0,0100	-0,0105	-0,0122	0,0031	1,0000	-0,9966	-0,0007	-0,1036	0,0170	0,0003	-0,0624	-0,0147
PREJ	-0,5433	-0,1367	-0,4869	-0,0597	-1,0000	-0,0031	0,0124	-0,0172	-0,7024	-0,1322	0,0308	-0,2024	-0,3617
IRD	-0,1055	1,0000	-0,3222	-0,0019	0,1367	-0,0100	0,0056	-0,0016	0,0869	0,0324	-0,0035	0,0478	-0,0251
PL.LL	0,3839	0,1834	0,3248	-0,0866	0,2318	-0,0053	-0,0118	0,0006	0,2094	0,2030	-0,0179	0,2235	0,4503
AFD.PFD	0,3383	0,2010	0,2774	-0,0105	0,2884	-0,0193	-0,0015	0,0032	0,2315	0,3454	-0,0146	0,2028	0,3118
Δ EST	0,0037	0,0091	0,0015	0,0357	0,0138	0,0330	-0,0340	-0,0004	0,0106	-0,0055	0,0001	-0,0130	-0,0029
RENT	0,5433	0,1367	0,4869	0,0597	1,0000	0,0031	0,0000	0,0172	0,0000	0,1322	-0,0308	0,2024	0,3617
Δ IMOB	-0,0004	0,0056	-0,0016	0,0107	0,0000	-0,9966	1,0000	0,0004	0,0863	-0,0031	0,0000	0,0399	-0,0012
AD	0,0123	-0,0016	0,0120	0,0365	0,0172	-0,0007	0,0004	1,0000	0,4217	-0,0049	0,0002	0,0190	-0,2088
IPL	0,4454	0,0869	0,4211	0,0675	0,0000	-0,1036	0,0863	0,4217	1,0000	0,1037	-0,0271	0,1884	0,3182
AC.PC	0,1367	0,0324	0,1230	0,0115	0,1322	0,0170	-0,0031	-0,0049	0,1037	1,0000	-0,1078	-0,1459	0,1341
ALAV	-0,0130	-0,0035	-0,0116	0,0112	-0,0308	0,0003	0,0000	0,0002	-0,0271	-0,1078	1,0000	-0,0052	-0,0079
LAGBTD	0,4718	-0,0251	0,4547	0,0107	0,3617	-0,0147	-0,0012	-0,2088	0,3182	0,1341	-0,0079	0,1826	1,0000
TAM	0,1745	0,0478	0,1555	0,0518	0,2024	-0,0624	0,0399	0,0190	0,1884	-0,1459	-0,0052	1,0000	0,1826

Nesse sentido, a existência de correlação demonstra que as associações na literatura entre as variáveis (HANLON; HEITZMAN, 2010; CHOI et al, 2020; FURTADO et al, 2016; TANG, 2006; MARTINEZ; PASSAMANI, 2014; FRANÇA; MONTE, 2019; FONSECA; COSTA, 2017; RIGUEN; JARBOUI, 2015; ÁVILA et al, 2017) se mostram válidas para a amostra do estudo, cabendo a análise inferencial para subsidiar maior aplicabilidade aos resultados.

Tendo em vista que os dados não assumem distribuição normal, aplicou-se o teste não-paramétrico para verificação de alterações do comportamento tributário no período da pandemia em relação ao período anterior à crise.

Tabela 5. Teste de Wilcoxon Rank-sum (Mann-Whitney)

Variável	Estatística de teste (V)	p-valor	H₀
BTD	237282	0,01104**	Não se rejeita
NBTD	65350	0,07637*	Não se rejeita
ABTD	85836	7,676E-05***	Não se rejeita
BTDTE	150756	0,6586	Rejeita-se
BTDPE	206016	0,005042***	Não se rejeita

Fonte: Dados da pesquisa.

Em conformidade com a análise do p-valor, não há rejeição da hipótese nula apenas para a BTDTE. Para as demais, há rejeição da hipótese nula, validando a hipótese alternativa de que os comportamentos tributários entre os dois períodos são diferentes, isto é, a soma dos postos negativos é diferente da soma dos postos positivos.

Nesse contexto, os resultados apontam que há alteração das estratégias tributárias das empresas de capital aberto durante a pandemia. Isso ampara o prognóstico de uma taxa efetiva de tributos menor que a nominal, assim caracterizando agressividade tributária durante a crise da Covid-19.

Os resultados confirmam os achados na literatura de que em momentos de crise as empresas são suscetíveis ao desenvolvimento de estratégias que geram economia de tributos (NGUYEN; NGUYEN, 2020; MOREIRA; HICK, 2021; MOHAN, 2015). Além disso, essas práticas fiscais, conjuntamente a outros fatores, contribuem para uma redução da arrecadação, conforme constatado pelo Tesouro Nacional (2021).

CONCLUSÕES

Este trabalho buscou analisar o comportamento tributário das empresas brasileiras de capital aberto no período da crise do Covid-19, utilizando como *proxies* diferentes métricas da BTD. Foi possível evidenciar que as companhias apresentaram

alteração no comportamento durante a pandemia, sendo a taxa efetiva de tributos menor que a taxa nominal, demonstrando que em períodos de crise as empresas tendem a gerar economias de tributos por meio do gerenciamento tributário e de resultado.

Em relação à BTD Total e a BTD Permanente, elucida-se para as empresas da amostra no período estudado que a taxa efetiva foi menor que a taxa nominal, apresentando valores positivos para a diferença de lucro contábil e lucro tributário. Isso implica que o pagamento de tributos para essas empresas foi a menor em relação à alíquota nominal, sugerindo estratégias de *tax avoidance*. Ademais, a diferença entre o lucro contábil e o lucro tributário nos dados amostrais é predominantemente advinda de diferenças permanentes entre os dois sistemas, isto é, aquelas que não convergem no decorrer do tempo.

As variáveis de controle Investimentos, Variação da Receita, Prejuízo Fiscal, Imposto de Renda Diferido, Patrimônio Líquido subtraído do Lucro Líquido, Ativo Fiscal Diferido subtraído do Passivo Fiscal Diferido e Variação de Estoque apresentaram associação com a ABTD e a NBTD, conforme literatura. Da mesma forma, as variáveis Variação da receita, Alavancagem, Rentabilidade, Índice Preço Lucro, Liquidez e BTD Defasada também se correlacionaram a BTDPE e BTDTE.

Perspectivas

Os achados deste trabalho auxiliam no entendimento da dinâmica empresarial de estratégias tributárias durante a pandemia e fundamentam melhor planejamento, tanto pelo governo quanto por empresas, para futuros momentos de crise. Outrossim, esta pesquisa contribui para a evolução da literatura sobre contabilidade e tributos, ao passo que complementa e reafirma evidências encontradas em ambientes externos e no próprio país.

Esse estudo possui limitações importantes que impedem a generalização dos dados, haja vista que os resultados provenientes da estatística descritiva são limitados à amostra no intervalo temporal estudado. Ademais, inerentemente ao uso da BTD, é perceptível que não apenas o gerenciamento de resultados e o gerenciamento tributário afetam a diferença entre o lucro contábil e o tributário.

Por se tratar de circunstâncias relativamente recentes de crise sanitária e

econômica em escala global, sugere-se para pesquisas futuras maior aprofundamento da temática. A extensão do espaço temporal em momentos posteriores à crise e o estudo do comportamento empresarial quanto aos aspectos tributários em períodos de diferentes crises, bem como o uso de modelos de regressão seria capaz de fornecer maior robustez aos resultados.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, R. M. et al. How will country-based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic? **The Lancet**, v. 395, n. 10228, p. 931–934, mar. 2020.
- BARBOSA, J. DA S.; COSTA, P. DE S. Book-tax differences e rating. **Revista Universo Contábil**, v. 16, n. 2, 26 abr. 2021.
- BAXTER, J. et al. Never Let a Crisis Go to Waste: Opportunities to Reduce Social Disadvantage from COVID-19. **Australian Economic Review**, v. 54, n. 3, p. 343–358, 30 jun. 2021.
- CABELKOVA, I. Sustainability of State Budgetary Expenses: Tax Compliance of Low-, Middle-, and High-Income Groups—The Evidence from the Czech Republic. **Sustainability**, v. 13, n. 16, p. 8966, 11 ago. 2021.
- COMPRIX, J.; GRAHAM, R. C.; MOORE, J. A. Empirical Evidence on the Impact of Book-Tax Differences on Divergence of Opinion among Investors. **Journal of the American Taxation Association**, v. 33, n. 1, p. 51–78, 1 mar. 2011.
- CHOI, H.; HU, R.; KARIM, K. The effect of consistency in book-tax differences on analysts' earnings forecasts: Evidence from forecast accuracy and informativeness. **Journal of Accounting and Public Policy**, v. 39, n. 3, p. 106740, maio 2020.
- COSTA, P. S.; LOPES, A. B. **Implicações da adoção das IFRS sobre as book-tax differences: o caso do Brasil**. Editora: NEA. Alemanha, 2015.
- FERNANDES, G. A. A. L.; PEREIRA, B. L. S. Os desafios do financiamento do enfrentamento à COVID-19 no SUS dentro do pacto federativo. **Revista de Administração Pública**, v. 54, n. 4, p. 595–613, 16 jul. 2020.
- FERREIRA, F. R. et al. Book-tax differences e gerenciamento de resultados no mercado de ações do Brasil. **Revista de Administração de Empresas**, v. 52, p. 488–501, 1 out. 2012.
- FONSECA, K. B. C.; COSTA, P. S. Fatores determinantes das book-tax differences. **Revista de Contabilidade e Organizações**, v. 11, n. 29, p. 17, 31 maio 2017.

FORMIGONI, H. et al. Diferença entre o Lucro Contábil e Lucro Tributável: Uma Análise sobre o Gerenciamento de Resultados Contábeis e Gerenciamento Tributário nas Companhias Abertas Brasileiras. **Brazilian Business Review**. v. 6, n. 1, p. 44–61, 2009.

FRANÇA, R. D. de, e MONTE, P. A. do. Efeitos da remuneração, governança e reputação corporativa na tax avoidance de empresas brasileiras de capital aberto sob a ótica do oportunismo gerencial. **Anais do USP International Conference in Accounting**, São Paulo. 2019.

FURTADO, L. L.; SOUZA, J. A. S.; SARLO NETO, A. Gerenciamento de resultados contábeis à luz das diferenças entre o lucro contábil e tributário (book-tax differences): uma análise de dados em painel balanceado. **Revista Ambiente Contábil** - Universidade Federal do Rio Grande do Norte - ISSN 2176-9036, v. 8, n. 1, p. 115–132, 3 jan. 2016.

GRAHAM, J. R.; RAEDY, J. S.; SHACKELFORD, D. Research in accounting for income taxes. **Journal of Accounting and Economics**, v. 53, n. 1, p. 412–434, 2012.

HANLON, M.; HEITZMAN, S. A review of tax research. **Journal of Accounting and Economics**, v. 50, n. 2-3, p. 127–178, 2010.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Notas de Política Social. **Políticas Sociais: Acompanhamento e Análise**. 2021.

MARSCHNER, P. F. et al. Determinantes das Book-Tax Differences em Empresas Brasileiras: uma Análise a Partir do Tamanho da Empresa. **Contabilidade, Gestão e Governança**, v. 22, n. 1, p. 1–18, 29 abr. 2019.

LAFFITTE, S. et al. International Corporate Taxation after Covid-19: Minimum Taxation as the New Normal. **CEPII – Policy Brief**, n. 30. 2020.

MACHADO, M. C.; NAKAO, S. H. Diferenças entre o lucro tributável e o lucro contábil das empresas brasileiras de capital aberto. **Revista Universo Contábil**, v. 8, n. 3, p. 100–112, 2012.

MANZON JR, G. B.; Plesko, G. The relation between financial and tax reporting measures of income. **Tax Law Review**, n. 29. abr. 2002.

MARTIN, R. Rebuilding the economy from the Covid crisis: time to rethink regional studies? *Regional Studies*, **Regional Science**, v. 8, n. 1, p. 143–161, 1 jan. 2021.

MARTINEZ, A. L.; PASSAMANI, R. R. Book-tax differences e sua relevância informacional no mercado de capitais no Brasil. **Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade**, v. 4, n. 2, p. 20–37, 11 ago. 2014..

MATTOS, C. A Resposta Fiscal à Crise Covid-19 no Brasil. Brasil - Economia e Governo. **Instituto Braudel**. 2020.

MOHAN, D. The macroeconomics of "oil prices" and "economic shocks": lessons from the 1970s. **Risk governance e control: financial markets e institutions**. v. 5, n. 4, p. 80–90, 2015.

MORAIS, H. C. B.; MACEDO, M. A. DA S. Relationship between earnings management and abnormal book-tax differences in Brazil. **Revista Contabilidade e Finanças**, v. 32, n. 85, p. 46–64, abr. 2021.

MOREIRA, A.; HICK, R. COVID -19, the Great Recession and social policy: Is this time different? **Social Policy e Administration**, 4 jan. 2021.

NGUYEN, M.; NGUYEN, J. H. Economic policy uncertainty and firm tax avoidance. **Accounting e Finance**, 19 set. 2020.

PLESKO, G. A. Book-tax differences and the measurement of corporate income. **Annual Conference on Taxation and Minutes of the Annual Meeting of the National Tax Association**. vol. 92, p. 171-176, 1999.

REZENDE, G. P.; NAKAO, S. H. Gerenciamento de resultados e a relação com o lucro tributável das empresas brasileiras de capital aberto. **Revista Universo Contábil**, v. 8, n. 1, p. 06-21, 2012.

RIGUEN, R.; JARBOUI, A. Book-tax differences: relevant explanatory factors. **International Journal of Accounting and Economics Studies**. 3. 10.14419/ijaes.v3i2.4717. 2015.

SANT'ANNA, V. S., e BRUNOZI JÚNIOR, A C. Governança corporativa, TMT e book-tax differences (BTD) anormais em empresas de capital aberto listadas no Brasil. **Advances In Scientific And Applied Accounting**, vol.12, n.2, p. 165–187. 2019

SANTOS, M. A. C. Divergências entre a Receita Bruta e a Receita Contábil no âmbito da Tributação do Imposto de Renda das Pessoas Jurídicas. José André Wanderley Dantas de Oliveira (Ed.), **Direito Tributário e Gestão Corporativa**. Recife: CEPE. ISBN: 978-85-906485-2-9. 2019

SCHAFFER, M. E.; STILLMAN, S. **XTOVERID**: Stata module to calculate tests of overidentifying restrictions after xtreg, xtivreg, xtivreg2 and xtaylor, 2010.

SHACKELFORD, D. A.; SHEVLIN, T. Empirical tax research in accounting. **Journal of Accounting and Economics**, v. 31, n. 1-3, p. 321-387, 2001.

TANG, T. Y. H. The Market Perception of BTD: an empirical study in China's capital Markets. **The Accounting Review**. 2005.

TANG, T. Y. H. **The Value Relevance of Book-Tax Differences-An Empirical Study in China's Capital Market**, SSRN eLibrary, p. 1-37, jan. 2006.

TANG, T. Y. H.; FIRTH, M. Can book-tax differences capture earnings management and tax management? Empirical evidence from China. **The International Journal of Accounting**, v. 46, n. 1, p. 175-204, 2011.

TESOURO NACIONAL. **Boletim: Estimativa da Carga Tributária Bruta do Governo Geral**. 2021.

ȚIBULCĂ, I.L. The impact of the COVID-19 pandemic on tax revenues in the EU. **Economic Research-Ekonomska Istraživanja**, 2021

ZULIYANTI T. AZWARDI, F. L. The Impact of Ownership Structure and Tax Avoidance. *Modern Economics*, n. 29, p. 88-93, 2021

WATTS, R. L.; ZIMMERMAN, J. L. *Positive Accounting Theory*. **New Jersey: Prentice Hall**, 1986.

WORLD BANK. **Covid-19 in Brazil: Impacts and Policy Responses**. 2020.

ETNOMAPEAMENTO, GESTÃO SOCIOTERRITORIAL, PESCADORAS ARTESANAIS: UMA REALIDADE EM MOVIMENTO NA PANDEMIA DA COVID-19 NA RESEXACAÚ/GOIANA

Patricia Albuquerque Medeiros¹ Emanuel Luiz Pereira da Silva²

Este capítulo resulta da pesquisa intitulada “Em tempos da crise da covid – 19: participação e capacidade protetiva das famílias de pescadoras artesanais da RESEX - Acaú/Goiana na Paraíba” (PIBIC/CNPq/UFPB, 2021-2022), vinculada ao Núcleo de Estudos e Pesquisas em Política Social (NEPPS/UFPB). Seu objetivo é apresentar as análises sobre os estudos dos impactos da covid-19 na gestão socioterritorial a partir da construção do etnomapeamento ecossocial na Resex, em parceria com a Associação das Marisqueiras de Acaú-PB e agentes públicos. Quanto à metodologia, trata-se de um estudo quanti-qualitativo, descritivo e exploratório, com captação de dados primários e secundários para construção de um etnomapeamento ecossocial, que visa a apreender as dimensões relacionadas aos usos, à cultura e às relações sociais do cotidiano da pesca artesanal no território estudado. Os resultados evidenciaram que a desproteção social estrutural das marisqueiras foi agravada na pandemia, apresentando indicadores de hipossuficiência, de vulnerabilidade social e de insegurança alimentar.

Palavras-chave: Etnomapeamento. Pescadoras Artesanais. Proteção Social.

¹ E-mail: patriciaamedeiros@hotmail.com.

² E-mail: emanuel.silva@academico.ufpb.br; Projeto de Pesquisa: Em tempos da crise da covid – 19: participação e capacidade protetiva das famílias de pescadoras artesanais da RESEX Acaú/Goiana na Paraíba, Plano de Trabalho: Etnomapeamento, gestão socioterritorial, pescadoras artesanais: uma realidade em movimento na pandemia da covid-19 na RESEX Acaú/Goiana.

APRESENTAÇÃO

O conhecimento não se estende do que se julga sabedor até aqueles que se julga não saberem; o conhecimento se constitui nas relações homem-mundo, relações de transformação, e se aperfeiçoa na problematização crítica destas relações.

(Paulo Freire).

A discussão apresentada neste capítulo, produto do projeto de pesquisa intitulado “Em tempos da crise da covid-19: participação e capacidade protetiva das famílias de pescadoras artesanais da RESEX Acaú/Goiana na Paraíba” e do plano de trabalho “Etnomapeamento, gestão socioterritorial, pescadoras artesanais: uma realidade em movimento na pandemia da covid-19 na RESEX Acaú/Goiana” (PIBIC/CNPq/UFPB/2021-2022) surgiu no âmbito do Núcleo de Estudos em Política Social (NEPPS/UFPB), e tem como objetivo analisar a participação social e a proteção social das famílias das pescadoras artesanais, com foco nas marisqueiras, no contexto da pandemia da covid-19.

O objetivo central do estudo foi analisar os impactos da covid-19 na gestão socioterritorial a partir da elaboração do etnomapeamento da RESEX Acaú/Goiana, através da articulação com a Associação das Marisqueiras de Acaú-PB e dos agentes públicos na oferta de serviços, acesso à segurança de renda, saúde, entre outros fatores. A construção do etnomapeamento surge da propositura de que tal instrumento subsidiará os estudos das questões socioterritoriais, socioambientais e de proteção social das pescadoras artesanais, essenciais para os planos de contingência dos agentes públicos, gerando também indicadores para a análise consistente dos impactos da covid-19 na atividade econômica da pesca artesanal.

Partindo da premissa de que toda ação social implica em compartimentações, nesse movimento, o território é passível de interpretação por meio delas, pois estas evidenciam os usos do território, sejam eles hegemônicos, no caso das divisões político-administrativas, construídas para o exercício do poder do Estado; ou pelo uso hegemônico, como nas compartimentações das comunidades de pescadores tradicionais, por exemplo, nas associações e/ou na colônia de pescadores, situadas no litoral sul do estado da Paraíba. Usar o território em todos os tempos implica em

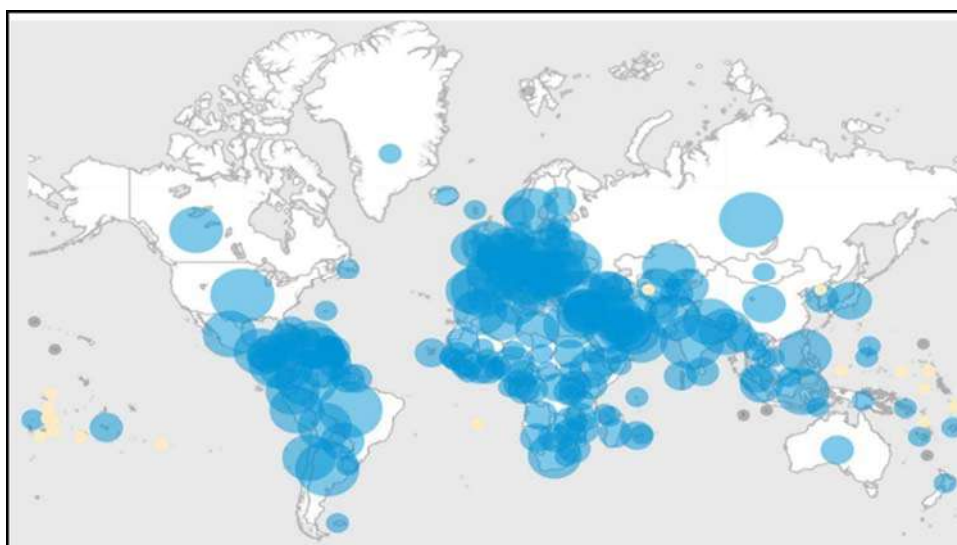
apropriações, delimitações e demarcações, três termos de uma equação de uso inerente ao problema fundamental da vida em sociedade, e que se replica na delimitação da pesquisa apresentada.

O surgimento do vírus mortal

No mundo, as primeiras informações sobre a covid-19 decorrem do alerta da Organização Mundial da Saúde (OMS) em 31 de dezembro de 2019, diante de uma série de casos de pneumonia na China, e posteriormente em 30 de janeiro de 2020, quando da declaração de uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional - ESPII. A pandemia da covid-19 é também um marco social importante a ser relevado nos estudos sobre as sociedades, pois a sua instauração afetou a configuração nas escalas macro e micro das relações sociais nos territórios, ocasionando repercussões imediatas em muitos deles.

A Figura 1 apresenta a amplitude e a aceleração viral no mundo. Na dimensão global, a doença afetou 216 países e territórios, resultando em mais de 80 milhões de casos e 1,7 milhões de mortes. Destaca-se que nos países das Américas, até o final de 2020, foram infectadas mais de 35 milhões de pessoas, e cerca de 850 mil óbitos foram registrados, ratificando que o gozo de iniquidades estruturais desses territórios corroboraram para a disseminação da doença (ORGANIZAÇÃO..., 2020).

Figura 1 - Países com casos de covid-19.



Fonte: Organização Mundial da Saúde, 2020.³

³ Painel do coronavírus OMS. Disponível em: <https://covid19.who.int/>.

No Brasil, o espriamento viral motivou a materialização de um decreto legislativo, em 20 de março de 2020, reconhecendo o estado de calamidade pública instaurado pela covid-19. Nesse cenário, as desigualdades sociais intrínsecas ao modo de produção capitalista e à formação social do Brasil, possuem base escravocrata, periférica e heteronômica, quando atreladas às desigualdades regionais de um país com dimensões continentais, como, por exemplo, as iniquidades de acessos ao saneamento básico, a moradias salubres e a segurança alimentar pelos segmentos populacionais considerados socialmente vulneráveis – apresentam-se ampliadas repercutindo na preservação da vida, na proteção social e na gestão de políticas públicas, em especial, as políticas sociais, fomentadas pelo Estado e garantidoras de direitos previstos na Constituição Federal de 1988.

A crise sanitária da covid-19 com repercussão social e econômica desvelou e maximizou a desproteção social das pessoas mais vulneráveis, visibilizando na sociedade os grupos sociais que historicamente já não acessavam direitos sociais, mostrando os “novos vulneráveis” decorrentes do fechamento dos postos de trabalhos, da estagnação da economia, consequência das ações de afastamento/isolamento social adotado como um dos protocolos de contenção viral, e ainda frente aos números exponenciais de contaminação e de óbitos das pessoas economicamente ativas do país.

Segundo a pesquisa realizada pelo Programa Fiocruz de Fomento à Inovação (LEVY, 2021), o número de mortes por covid-19 no Brasil em 2020 foi 18,2% maior do que o registrado, apontando 230.452 óbitos pela doença, e não 194.949 como divulgado pelo Ministério da Saúde⁴. Diante da fragilidade das estatísticas oficiais para mensuração nacional do novo coronavírus, a região nordeste organizou o Consórcio Nordeste⁵, formado pelos representantes e instituições de oito estados, com intuito de planejar, de forma pactuada, estratégias para o enfrentamento da pandemia, através de protocolos de distanciamento social, aquisição de testes rápidos, coleta, sistematização e divulgação de indicadores sociais e aquisição de imunizantes. Destacamos que devido à perspectiva conservadora e negacionista da gestão federal, de forma tardia, o Brasil só em 17 de

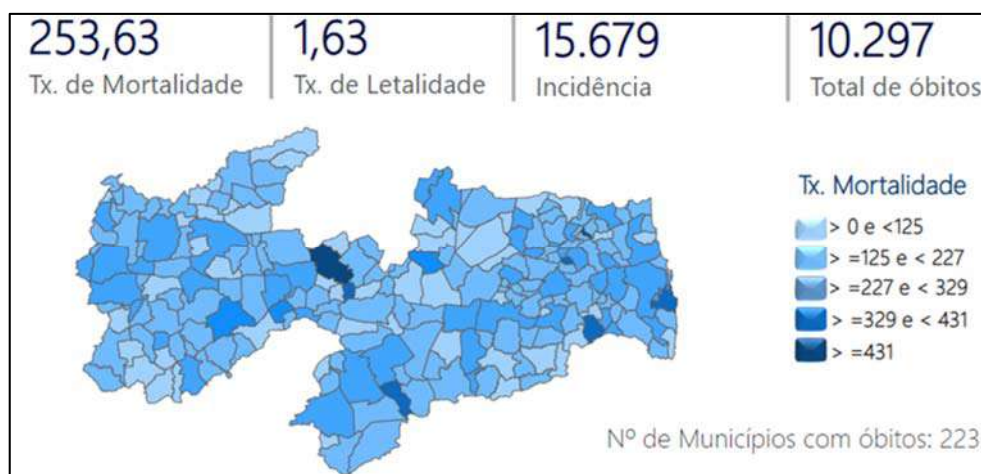
⁴ Ver estudo que analisa registro de óbitos por covid-19 em 2020. Programa Fiocruz de Fomento à Inovação (LEVY, 2021). Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/estudo-analisa-registro-de-obitos-por-covid-19-em-2020>.

⁵ O Consórcio foi criado em 2019 para ser o instrumento jurídico, político e econômico de integração dos nove Estados da região Nordeste do Brasil, um território de desenvolvimento sustentável e na pandemia da covid-19, visando a implementação integrada de políticas públicas e a busca por cooperação, também em nível internacional. Disponível em: <http://www.consorcionordeste-ne.com.br/o-consorcio/>.

janeiro de 2021 começou a imunização contra o vírus letal.

O Estado da Paraíba encravado na Região Nordeste do Brasil, apresenta um território com 56.467,242 km², uma população estimada em 2021 de 4.059.905 pessoas (IBGE, 2021). O território paraibano historicamente é afetado pelas disparidades de acesso à renda, combinado com as consequências do fenômeno da seca, dificulta a sobrevivência dos grupos populacionais vulnerabilizados, onde 90% do território do estado está localizado na região semiárida, ou seja, no Polígono das Secas. (NASCIMENTO; SOUZA; GRASSI; OLIVEIRA, 2022). O primeiro caso de covid-19 na Paraíba foi registrado em 18 de março de 2020, e até 13 de julho de 2022, o número de óbitos devido a covid-19 foi de 10.297, conforme apresenta a Figura 2. O número de casos de pessoas contaminadas com a covid-19 até a data supracitada foi de 633.330, já a incidência da doença representa 15.679 (100 mil/hab.) como espelhado na Figura 3⁶.

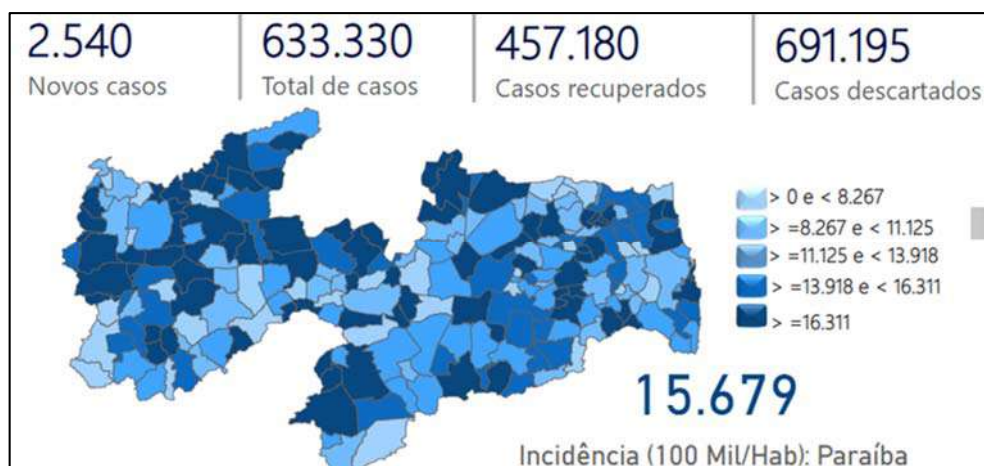
Figura 2 – Óbitos por covid-19 na Paraíba.



Fonte: Painel de Monitoramento Covid-19, 2022.

⁶ Ver observatório de indicadores, Painel de Monitoramento covid-19, disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/saude/coronavirus/dados-epidemiologicos-covid>.

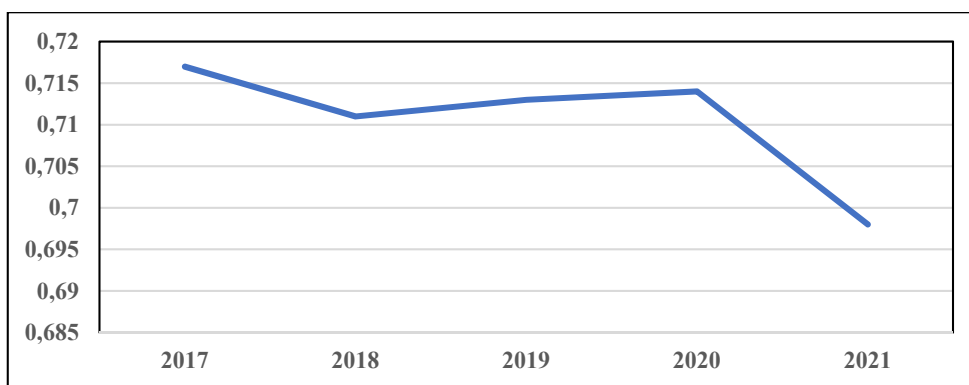
Figura 3 – Casos de covid-19 na Paraíba.



Fonte: Painel de Monitoramento Covid-19, 2022.

A Paraíba apresentou em 2021 o Índice de Desenvolvimento Humano⁷ (IDH) de 0,698, se comparado aos índices dos anos anteriores 0,717 (2017), 0,711 (2018), 0,713 (2019), 0,714 (2020) e 0,698 (2021) (IPEA..., 2022), verifica-se a supressão do indicador na linha histórica, o que pode se relacionar à crise socio sanitária instaurada pela covid-19 na Paraíba (Gráfico 1).

Gráfico 1- Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) da Paraíba (2017-2021).



Fonte: Atlas BR, 2022.

⁷ O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é um indicador sintético que reúne indicadores de educação, esperança de vida, natalidade e outros, variando de zero a um, quanto mais próximo de um, melhor é a avaliação do bem-estar de uma população. É divulgado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) em seu relatório anual. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/>.

Caminho Metodológico

Na perspectiva de Milton Santos (1998), Ana Clara Torres, Emanuel Silva e Dirce Koga, o caminho para uma construção que contemple o movimento histórico e multiescalar da realidade vivida nos territórios torna-se essencial em nosso estudo. Dedicarmo-nos aos estudos socioterritoriais justifica-se pela delimitação de nossos procedimentos teórico-metodológicos, centrados nos conceitos de território e proteção social, a fim de apreendermos aspectos da vida cotidiana, para assim possibilitar uma melhor atuação na gestão das políticas públicas na busca da efetivação dos direitos sociais e de cidadania plena na defesa da preservação da vida.

O desafio do método do estudo se põe na perspectiva de apreender ao mesmo tempo o sujeito e o objeto de estudo. O contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e o grupo que está sendo estudado é fundamental. Para essa abordagem, a melhor forma de observar e compreender um fenômeno, a realidade da vida cotidiana, é dentro do contexto no qual ocorre. Assim, não são apenas os resultados ou o produto final que interessam, mas também os processos que levam a tal.

É importante também compreender os fenômenos estudados a partir da perspectiva das pessoas envolvidas (GODOY, 1995). Procuramos assim captar a visão do outro, que na linguagem de Darcy Ribeiro seria a contraimagem, e que para Godoy (1995) seria a visão de dentro ou êmica. Assim, estruturação metodológica deste estudo tem suas bases quanti-qualitativas, descritivas e exploratórias, com captação de dados primários e secundários para construção de um etnomapeamento ecossocial, que visa a apreender as dimensões relacionadas aos usos, a cultura e as relações sociais do cotidiano da pesca artesanal no litoral sul do Estado da Paraíba. Buscou-se uma conjunção de diversos níveis de coleta de dados e análises, tendo como meta a criação de indicadores, estratégias, ferramentas de avaliação e monitoramento, relacionados ao desenvolvimento sustentável territorializado da proteção social, ampliada do ponto de vista da afirmação da equidade social, especialmente das mulheres que vivem da pesca artesanal e são usuárias/beneficiárias das políticas de transferência de renda.

Os vínculos e as relações de pertencimento estabelecidos no território de vivência são o norte para o dimensionamento e mensuração da eficiência e efetividade da malha de serviços e benefícios de iniciativas governamentais, por meio da gestão das políticas sociais, estas essenciais na garantia de direitos sociais e humanos (KOGA, 2003; KOGA;

NAKANO, 2006). Na complexidade presente na questão da pobreza e da exclusão, quando se há uma iniciativa para reversão desse quadro, no intuito de integrar e incluir pessoas, esta se depara com pessoas de sentimentos e características que se diferem, de forma extrema e absoluta, de uma para outra (LAVINAS, 2003, p. 48).

Diante disso, a pesquisa foi fundamentada tecnicamente e operacionalmente no diálogo contínuo e participativo do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Políticas Sociais (NEPPS/UFPB), desenvolvida com estratégias em contextos de diversidade cultural e de pandemia, com enfoque na participação e na capacidade protetiva das famílias das pescadoras artesanais, assim como na (in)eficácia dos planos de contingência da gestão pública no território da RESEX Acaú/Goiana, e no impacto social e/ou econômico para o campo da cidadania e dos direitos sociais, com foco na crise da covid-19, que concerne ao objeto de estudo em pauta.

Foram realizadas análises de artigos, como fonte de documentação, resultantes de pesquisas desenvolvidas no campo da proteção social, serviço social, política de assistência social, políticas públicas publicadas no período de 2017 a 2022 na SciELO, dentre outras plataformas. Segundo Gil (2008, p. 151), essas fontes “possibilitam ao pesquisador conhecer os mais variados aspectos da sociedade atual e também lidar com o passado histórico. Neste último caso, com eficiência provavelmente maior que a obtida com a utilização de qualquer outra fonte de dados”.

Utilizou-se de instrumentos de comunicação breve, de fundamentação com revisão da literatura técnico-científica e de obtenção de dados secundários, com reuniões on-line, e consultas a portais de pesquisa e base de dados. O desenvolvimento das atividades de campo ocorreu por meio de entrevistas (para aplicação do questionário), turnês guiadas (visitas técnicas) com a participação de informantes-chave e grupos focais. Os métodos mensurados foram combinados em estudos qualitativos ou utilizados em conjunto com métodos quantitativos (quali-quantitativo). Conforme mencionado por Flick (2009), a combinação de métodos, que inicialmente foi pensada como uma estratégia de validação de resultados obtidos com mecanismos individuais, é vista atualmente como forma de complementar o conhecimento, e assim superar as potenciais limitações dos métodos individualistas.

Para o desenvolvimento dos objetivos almejados, a pesquisa manteve como eixo-guia a aposta na construção coletiva do conhecimento dos processos e produtos gerados.

Trata-se, nesse contexto, de instituir como foco de observação constante e referente de pesquisa o território usado, defendido por Milton Santos (1980), ao considerar os territórios tradicionais como espaços vivos e de vivência, ou, ainda, territórios praticados, na perspectiva de Ana Clara Torres Ribeiro (2014), para quem as experiências praticadas nos territórios necessitam ser reveladas, valorizadas e compreendidas.

Visando desenvolver o estabelecimento de vínculos como estímulo do trabalho em grupo entre os colaboradores envolvidos neste projeto, foi adotada uma dinâmica coletiva a partir de um trabalho socialmente combinado entre pesquisadores e estudantes na intenção de gerar uma articulação integralizada entre a tríade constituinte da universidade - ensino, pesquisa e extensão - este é, portanto, um dos fundamentos em que se baseia esta pesquisa. Na fase de início deste estudo, em setembro de 2021, a situação ainda era de distanciamento social devido à pandemia, mas com a flexibilização de algumas medidas restritivas contra o vírus, foi possibilitada a realização de atividades remotas, combinadas atividades presenciais, seguindo todos os protocolos de segurança, prevenção e combate à covid-19.

O Lugar da natureza: Resex Acaú/Goiana, PB/PE

O município de Pitimbú-PB, está localizado na RESEX Acaú-Goiana, Paraíba/Pernambuco, território de vivência das pescadoras artesanais, objeto da pesquisa. Esse município apresenta um território com 135,801 km², uma população estimada 19.478 pessoas, (IBGE, 2021), apresentando o IDH (2010) 0,570. Destacamos que os índices posteriores a esse não estão disponíveis para estudo comparativo. As pescadoras artesanais pertencem aos Povos e Comunidades Tradicionais (PCTs), que são reconhecidos como Grupos Populacionais e Específicos (GPTEs)⁸ pelo poder estatal, mas historicamente possuem poucas políticas sociais destinadas a eles que contemplem suas demandas e especificidades.

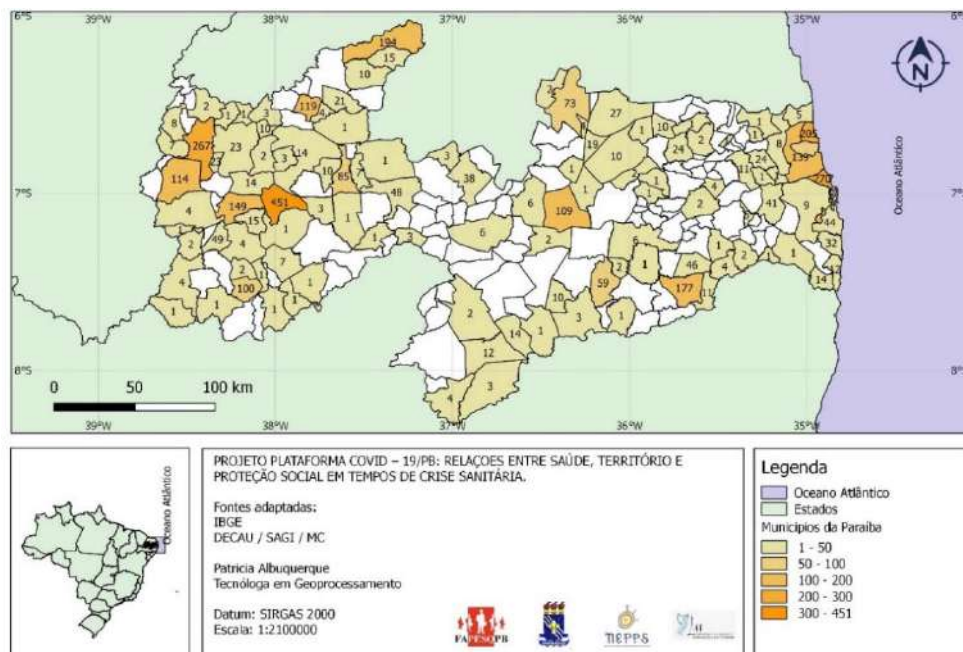
São exemplos de PCTs os 17 grupos populacionais tradicionais e específicos

⁸ O Cadastro Único dos Programas Sociais (CadÚnico) possibilita a identificação de parte da diversidade social brasileira, reconhece grupos populacionais cuja forma de vida e organização sociopolítica reflitam saberes e modos de vida ancorados em processos conjunturais, históricos e culturais diversos. Esse processo é conhecido como Cadastramento Diferenciado, definido no art. 24 da Portaria MDS nº 177, de 16 de junho de 2011. Disponível em: <https://www.gov.br/cidadania/pt-br/acoes-e-programas/cadastro-unico/gestao-do-cadastro-unico-1/processo-de-cadastramento/cadastramento-diferenciado>.

(GPTEs), que são identificados de forma diferenciada no CadÚnico, no qual as famílias se autodeclararam como pertencentes aos diversos grupos, pela origem étnica (indígenas/ quilombolas/ ciganos/ comunidades de terreiro); de relação com o meio ambiente (extrativistas/ pescadores artesanais/ ribeirinhas); de relação com o meio rural (assentadas da reforma agrária/acampadas rurais/ agricultores familiares/ beneficiárias do Programa Nacional de Crédito Fundiário) e de situações conjunturais (atingidos por empreendimentos de infraestrutura/ presos do sistema carcerário/ catadores de material reciclável/ pessoas em situação de rua/ resgatados do trabalho análogo ao de escravo/ situação de trabalho infantil).

Diante da limitação de disponibilidades de indicadores sociais referentes às pescadoras artesanais na Paraíba no período pandêmico, optou-se de forma metodológica em apresentar o mapa temático com as espacialização das famílias presentes no CadÚnico na Paraíba em setembro de 2020, como forma de evidenciar o espraiamento da presença dos pescadores artesanais, como apresenta a Figura 4.

Figura 4 – Espacialização das famílias de Pescadores Artesanais no CadÚnico na Paraíba (set/2020).



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.⁹

⁹ Adaptado da Plataforma covid-19/PB: Relações entre Saúde, Território e Proteção Social em Tempos de Crise Sanitária, aprovado em edital N^o 003/2020 - FAPESQ/SEECT - Projeto de monitoramento, análise e recomendações para rápida implementação diante da pandemia de covid-19 (2020-2021).

A espacialização no território da Paraíba, demonstra importante presença de famílias que praticam a pesca artesanal no Estado. Conforme Silva (2016), a pesca artesanal é entendida como aquela realizada dentro dos moldes da pequena produção mercantil de base familiar e comunitária, que comporta, em alguns casos, a produção de pescadores-agricultores e se caracteriza pela utilização de baixa tecnologia (DIEGUES, 1983, 1988; SILVA, 2011, 2016). Quando entendida como processo de trabalho, contrasta com a pesca industrial por ser exercida com métodos simples e suas características serem bastante diversificadas, dependendo do território em que venham a ser desenvolvidas, tanto em relação aos habitats onde atuam quanto aos estoques que exploram (BEGOSSI, 1992; MALDONADO, 1986).

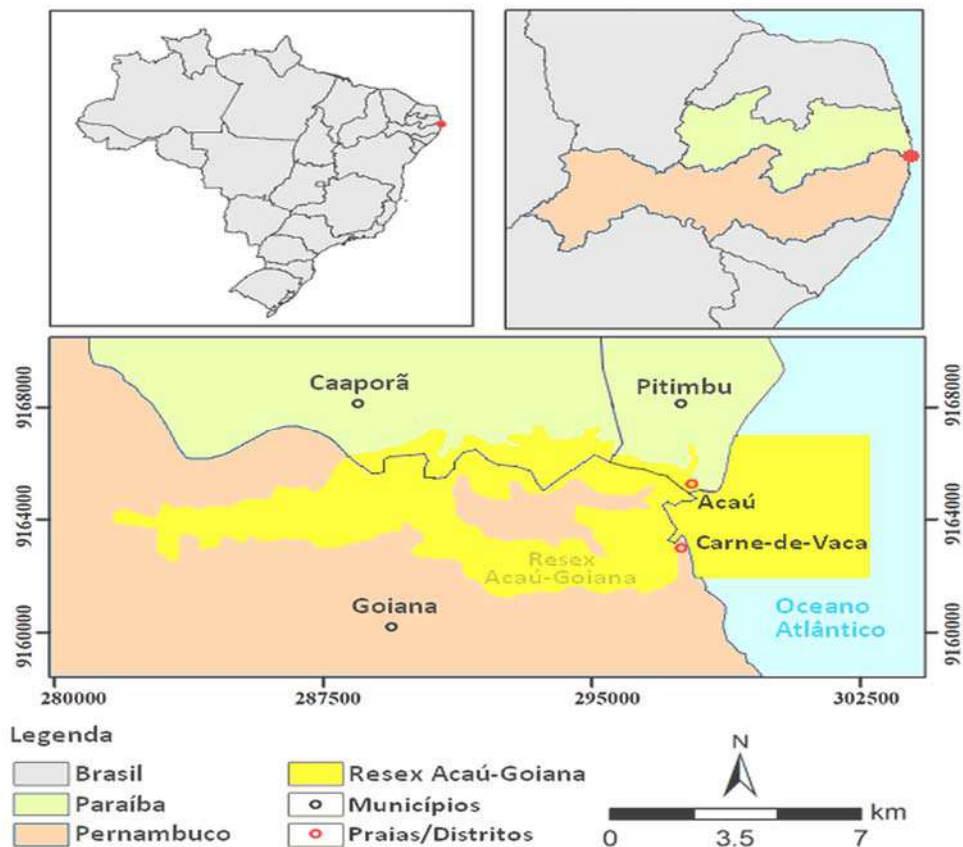
Silva (2011) afirma que a pesca de subsistência não tem disponível as tecnologias modernas como as demais modalidades de pesca, sendo realizada através do uso ou não de embarcações de pequeno porte movidas a remo e, em pouquíssimos casos, a motor e apetrechos como a tarrafa, rede pequena, linha, anzol, entre outros, para a captura do pescado e, no caso da coleta de mariscos, muitas vezes se utiliza o gadanho, a caixa vazada, a colher de pedreiro e as próprias mãos (SILVA, 2011, 2016, 2018; SILVA; WANDERLEY; CONSERVA, 2014). Sobre o objeto de estudo, historicamente há lacunas de informações e pesquisas que contemplem a investigação sobre a proteção social, realizando a interface com as dimensões culturais, laborais e afins da vida cotidiana das mulheres viventes na coletividade.

A delimitação espacial da RESEX Acaú/Goiana contempla os estados da Paraíba e de Pernambuco. A reserva extrativista é uma unidade de conservação que tem por objetivo proteger os meios de vida e garantir a utilização e a conservação dos recursos naturais renováveis tradicionalmente utilizados pela população extrativista das comunidades de Carne de Vaca, Povoação de São Lourenço, Tejucupapo, Baldo do Rio Goiana e Acaú.

O bioma marinho abrange os territórios de Caaporã (PB), Pitimbu (PB), Goiana (PE), coberto por vegetação caracterizada como de manguezal, restinga e pequena faixa de mata atlântica. A RESEX foi criada em 2007, sob a jurisdição legal Domínio Mata Atlântica, apresentando uma área de 6.678,00 ha, e apresenta, hoje, como principais usos, a utilização dos recursos hídricos para atividades relacionadas à pesca e utilização do território como espaço turístico. Referente aos aspectos fundiários, apresenta 95% de

área de titularidade da União e 5% de áreas pertencentes a particulares (BRASIL, 2021).

Figura 5 – Mapa de localização da RESEX Acaú/Goiana na Paraíba.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o retorno paulatino das atividades acadêmicas, após decreto da pandemia da covid-19, com a flexibilidade das medidas e afastamento social, foi realizada uma prospeção em campo no dia 24 de agosto de 2022, no município de Pitimbu-PB, na localidade da praia de Acaú, reunindo líderes da Associação das Marisqueiras de Acaú (AMA). Na oportunidade, foram coletados os dados de forma dialógica, buscando uma escuta qualificada junto a nove líderes marisqueiras integrantes da AMA. A população é de 600 pescadoras artesanais/marisqueiras, contudo, apenas 1,50% dessa população respondeu ao protótipo do instrumento de coleta de dados – questionário.

O que implica na necessidade de continuação do projeto de pesquisa, para finalizar o diagnóstico que objetiva a aplicação do questionário para uma amostra $n = 175$, com as marisqueiras a serem escolhidas de forma aleatória simples, com intuito de obter um grau de confiança da pesquisa de 95%, para uma margem de erro de 5%, considerando uma distribuição da população mais homogênea (80/20) e para uma margem de erro aceitável de 6,24%.

Os primeiros dados eleitos para sistematização da pesquisa sobre a proteção social em contexto da pandemia da covid-19 das pescadoras artesanais da RESEX Acaú-Goiana, possibilitou perceber o perfil socioeconômico, identificando renda familiar, cor/etnia autodeclarados, escolaridade, e acesso às políticas públicas, com destaque para políticas de transferência de renda e acesso a alimentos; fatores relevantes para análise da proteção social dos sujeitos coletivos. Referente às pessoas que responderam ao instrumento de coleta de dados, 88,90% são do gênero feminino, e 11,10 % são do gênero masculino, conforme Gráfico 2.

Partimos da compreensão do conceito de gênero a partir da perspectiva cultural e histórica de Scott, pois esta autora relaciona a sua construção ao fator cultural, uma vez que o conceito exerce influência no comportamento de homens e mulheres nos diferentes lugares onde estão inseridos. Scott (1990) interpelou uma abordagem de análise, analítica-crítica para a compreensão do termo, e para tanto, adotou a interpretação histórica, área de sua atuação, para desvendar como o gênero pode ser compreendido como uma relação construída socialmente, pois as práticas sociais e a visão de mundo dos sujeitos são reproduzidas dentro de uma estrutura societal. (CAVALCANTI, 2022).

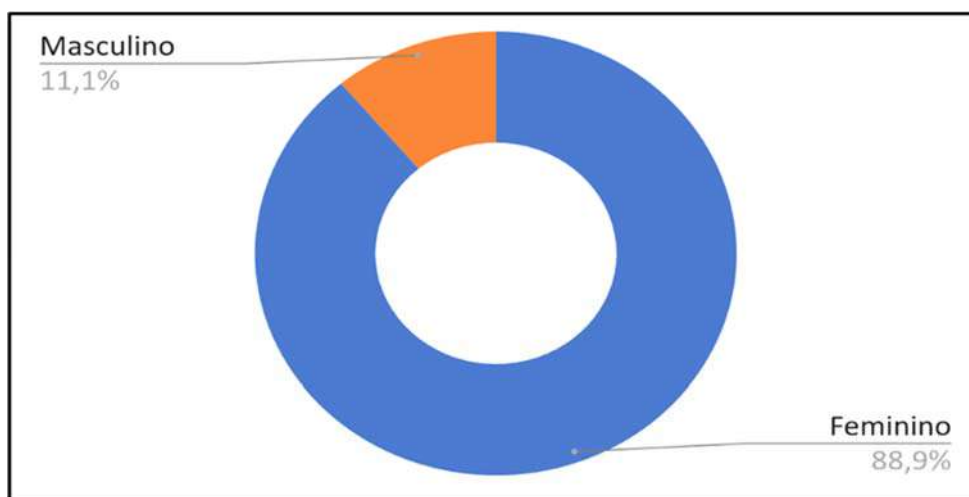
Para Scott (1990, p. 86), “o gênero é a primeira maneira de dar significado às relações de poder. Ou seja, o gênero é um primeiro campo, no seio do qual ou por meio do qual o poder é articulado”. Essa concepção da autora foi influenciada pelo filósofo francês Michel Foucault, que considera que as significações de gênero são construídas pelo poder atribuído aos sexos feminino e masculino. De acordo com Scott (1990, p. 78), “o gênero é uma das referências recorrentes pelas quais o poder político foi concebido, legitimado e criticado”.

Em Pitimbu-PB, através das incursões de pesquisa de campo, observamos que as mulheres realizam de forma extensiva e regular a mariscagem, associada à pesca artesanal de pequena escala, dentro do universo da pequena produção mercantil,

conforme dito anteriormente. Para Cavalcanti (2022), em estudos realizados no mesmo território da pesquisa ora apresentada, as duas atividades são diferentes e precisam, portanto, ser descritas separadamente. As implicações políticas, sociais e de gênero também se diferenciam a partir de cada atividade.

Com o impacto da pandemia sobre o trabalho na construção civil, muitos homens destinaram-se a atividade de coleta de mariscos na Resex Acaú/Goaiana, PB/PE, e diante desse fenômeno, constata-se que ainda há uma maior porcentagem de mulheres na mariscagem.

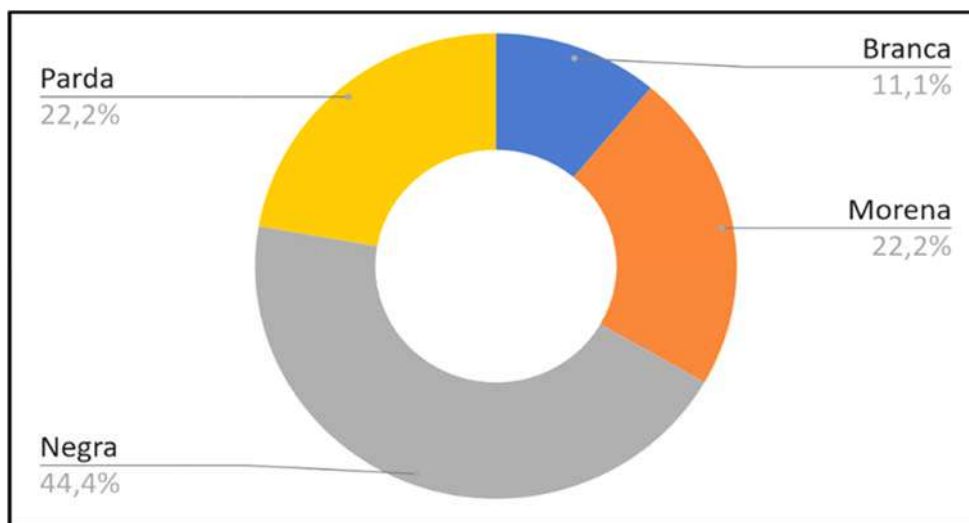
Gráfico 2 – Gênero.



Fonte: Projeto de Pesquisa (PIBIC/CNPq/UFPB, 2021-2022, PVB14638-2021).

Em relação à cor/etnia autodeclaradas pelas marisqueiras pesquisadas como negras e 44,40%; como morenas e pardas são 22,20% cada; e apenas 11,10% se percebem como brancas. Ao somar as negras, pardas e morenas, obtém-se um total de 88,80% de marisqueiras, conforme (Gráfico 3). Essas informações são relevantes no contexto de um movimento que, segundo Svampa (2019 apud RODIN, 2021), tem crescido na América Latina, no qual mulheres negras, indígenas, camponesas, de comunidades tradicionais e urbanas periféricas, protagonizam uma luta contra o atuante desenvolvimento hegemônico e desigual, com intuito de defender seus territórios e comunidades. De acordo com Rodin (2021), esse manifesto demonstra que a interseccionalidade de marcadores como raça, gênero e classe, ao mesmo tempo que evidencia profundas vulnerabilidades dessas mulheres, também pode potencializá-las.

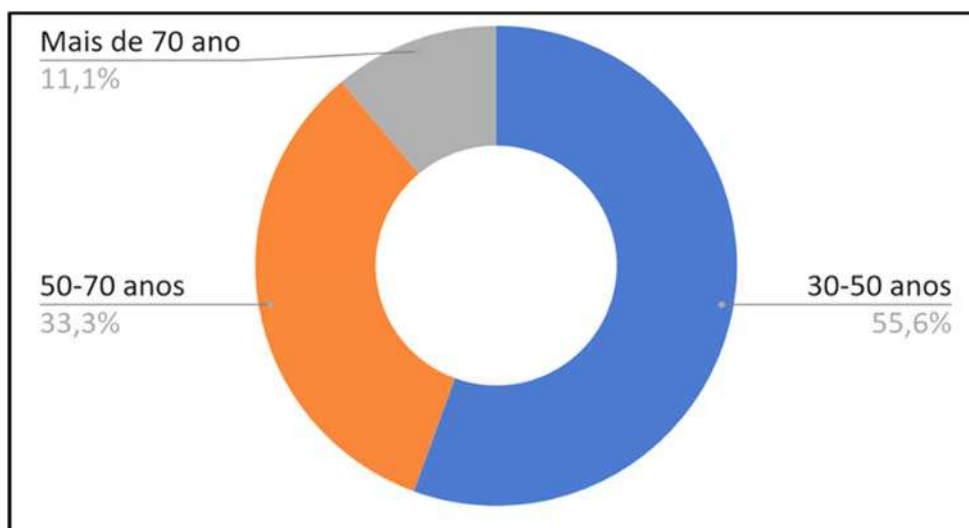
Gráfico 3 - Cor/etnia.



Fonte: Projeto de Pesquisa (PIBIC/CNPq/UFPB, 2021-2022, PVB14638-2021).

Relativo à faixa etária das pescadoras artesanais pesquisadas, 55,60% encontram-se com idade entre 30 e 50 anos, enquanto 33,30% possuem entre 50 e 70 anos de idade, apresentando ainda 11,10% a idade acima de 70 anos, conforme (Gráfico 4).

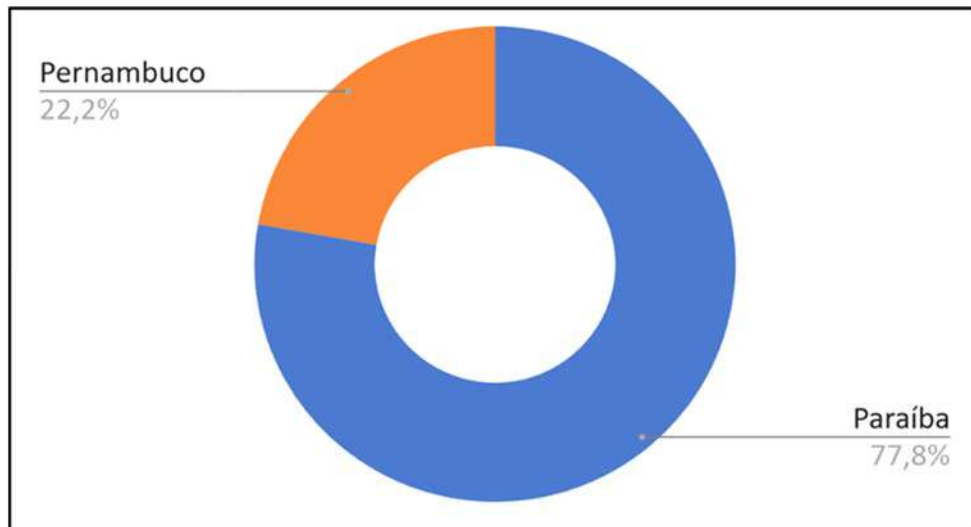
Gráfico 4 - Faixa etária.



Fonte: Projeto de Pesquisa (PIBIC/CNPq/UFPB, 2021-2022, PVB14638-2021).

A origem de nascimento das marisqueiras em sua predominância é o estado da Paraíba, apresentando 77,80%, enquanto 22,20% possuem sua naturalidade no estado de Pernambuco, como constante no Gráfico 5, abaixo.

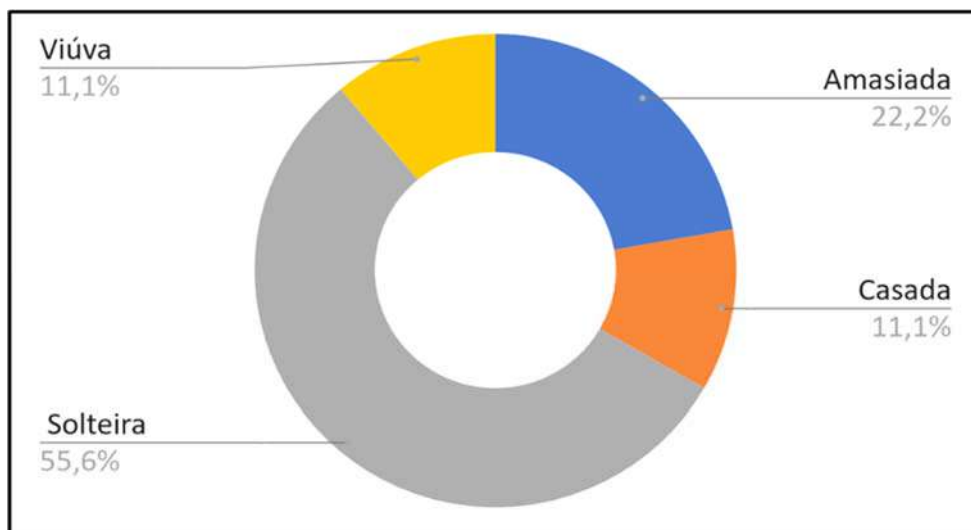
Gráfico 5 – Naturalidade.



Fonte: Projeto de Pesquisa (PIBIC/CNPq/UFPB, 2021-2022, PVB14638-2021).

No tocante ao estado civil das marisqueiras, 55,60% se declararam solteiras; 22,20% “amasiadas”; e casadas e viúvas com 11,11% cada, como apresentado no Gráfico 6.

Gráfico 6 - Estado civil.



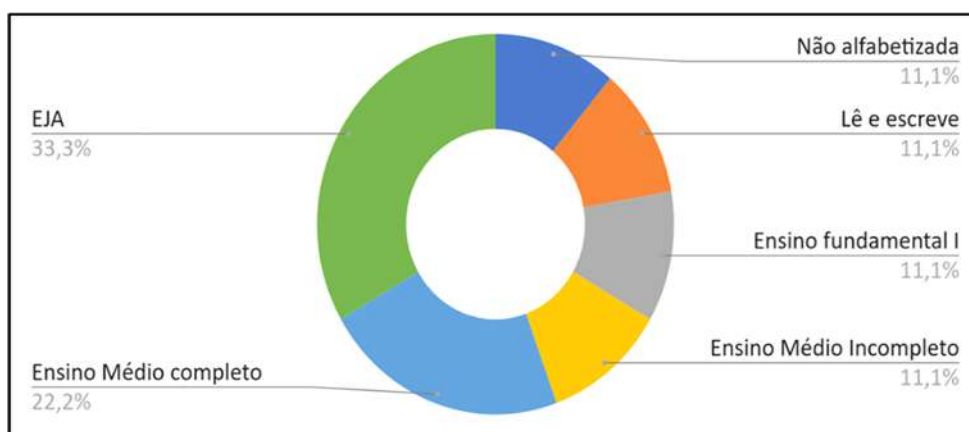
Fonte: Projeto de Pesquisa (PIBIC/CNPq/UFPB, 2021-2022, PVB14638-2021).

Em relação à escolaridade, inferimos a partir dos dados elencados abaixo que a grande maioria das entrevistadas não acessa e/ou não obteve acesso de forma parcial a política social de educação, evidenciando que o percentual de 11,10% aparece para as que não são alfabetizadas, as que apenas leem, que possuem o ensino fundamental I e

estudaram o ensino médio incompleto. Já as marisqueiras que possuem o ensino médio completo são 22,20%; enquanto 33,30% se formaram no Educação de Jovens e Adultos (EJA), conforme Gráfico 7.

A política social pública de educação nos territórios das pescadoras artesanais precisa estar conectada com ações de alfabetização e às práticas sociais relevantes para os pescadores, reconhecendo-os como produtores de conhecimento e agentes de transformação social. Desse modo, a aprendizagem do sistema de escrita e as práticas sociais dos pescadores – contexto no qual os processos de leitura e escrita adquirem significado – devem ser simultâneas e interdependentes. Isso quer dizer que, no processo dialético que se institui nas ações de alfabetização, como diria Paulo Freire (1989), a leitura do mundo precede a leitura da palavra, assim como a apreensão do sistema escrito permite novas leituras do mundo. Daí que nos processos de alfabetização nos territórios de pesca, não se pode desprender do fato de que a visão de mundo das pessoas, constituída permanentemente por meio de suas experiências de vida, é o que permite a atribuição de sentido à apreensão dos códigos escritos da língua, e vice-versa.

Gráfico 7 - Escolaridade



Fonte: Projeto de Pesquisa (PIBIC/CNPq/UFPB, 2021-2022, PVB14638-2021).

Quando perguntadas sobre há quanto tempo elas exercem o labor da pescaria artesanal como marisqueiras, 55,60% afirmaram que trabalham há mais de 40 anos; e 22,20% estão na atividade entre 20-30 anos; enquanto 22,20% são marisqueiras há menos de 5 anos, conforme Gráfico 8.

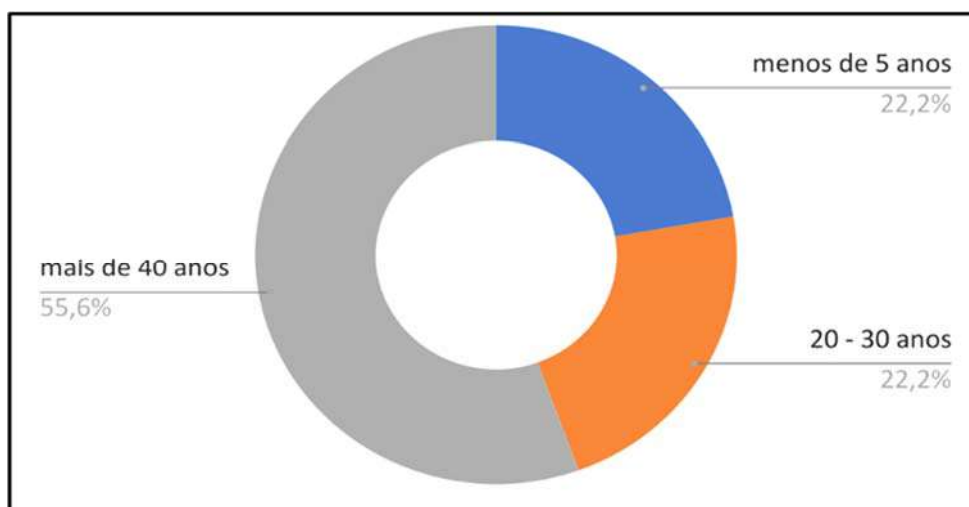
De acordo com Silva (2011), o trabalho e os seus produtos se inserem na vida

cotidiana das trabalhadoras da pesca artesanal, em que as necessidades que eram desconhecidas tornam-se prática do cotidiano e aprendem novas maneiras de realizá-las. Dessa forma, as pescadoras e os pescadores são, por natureza, seres que respondem: o ambiente põe à sua existência, à sua reprodução, condições, tarefas etc. E a atividade do ser vivente para conservar a si mesmo e à sua espécie concretiza-se em reagir de modo adequado (SILVA; CONSERVA; OLIVEIRA, 2011).

Sendo assim, as pescadoras artesanais de Acaú-PB buscam, através do trabalho, dar sentido às suas vidas. Através dos relatos de muitas delas, a coleta de mariscos tornou-se a principal base econômica para o seu sustento diário e, em algumas comunidades pesqueiras, a mulher tem sido a principal responsável pela subsistência da família, como podemos constatar em trabalhos realizados em outras localidades estuarinas. (ANDRADE; BLUME, 2006).

Para a obtenção de um melhor aproveitamento da atividade de coleta, ela depende dos períodos de maré baixa, quando emergem os bancos de areia que consistem no habitat dos mariscos, conhecidos em todo território de pesca como croas. O trabalho das marisqueiras tem sua organização fundada no espaço público e privado, que constantemente vive sob a condição da separação absoluta do trabalho. O trabalho da pescadora artesanal na atualidade é caracterizado como informal devido à Legislação Previdenciária e Trabalhista (LPT) que se remete a não caracterização das pescadoras profissionais (artesanais) pela sua produção, tamanho das embarcações e nem através da mecanização de seus instrumentos de trabalho.

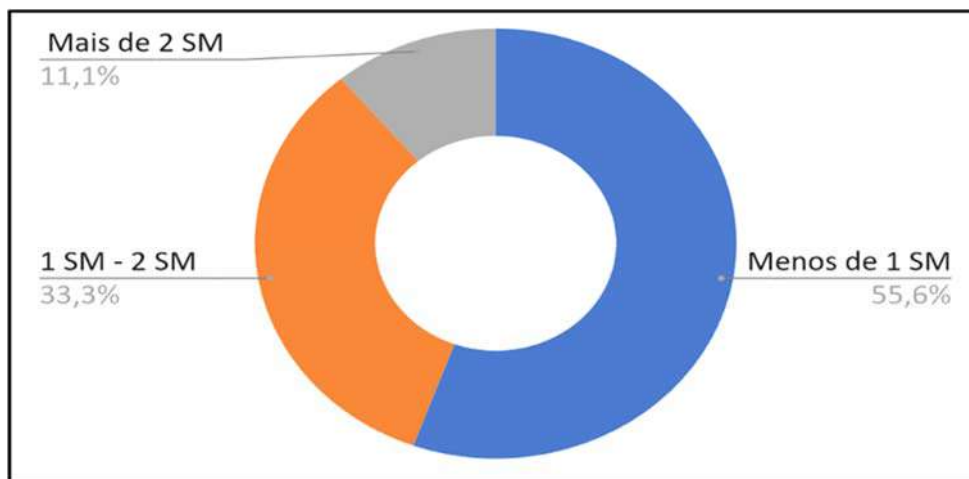
Gráfico 8 - Tempo de pesca artesanal.



Fonte: Projeto de Pesquisa (PIBIC/CNPq/UFPB, 2021-2022, PVB14638-2021).

Já os dados sobre os rendimentos familiares mensais apontam para o estado de hipossuficiência das marisqueiras. A partir do Gráfico 9, observa-se que a renda mensal familiar apresentada é de menos de 1 salário mínimo¹⁰ = 55,60%; entre 1 - 2 salários mínimos* = 33,30% e acima de 2 salários mínimos = 11,10%.

Gráfico 9 - Renda familiar mensal.



Fonte: Projeto de Pesquisa (PIBIC/CNPq/UFPB, 2021-2022, PVB14638-2021).

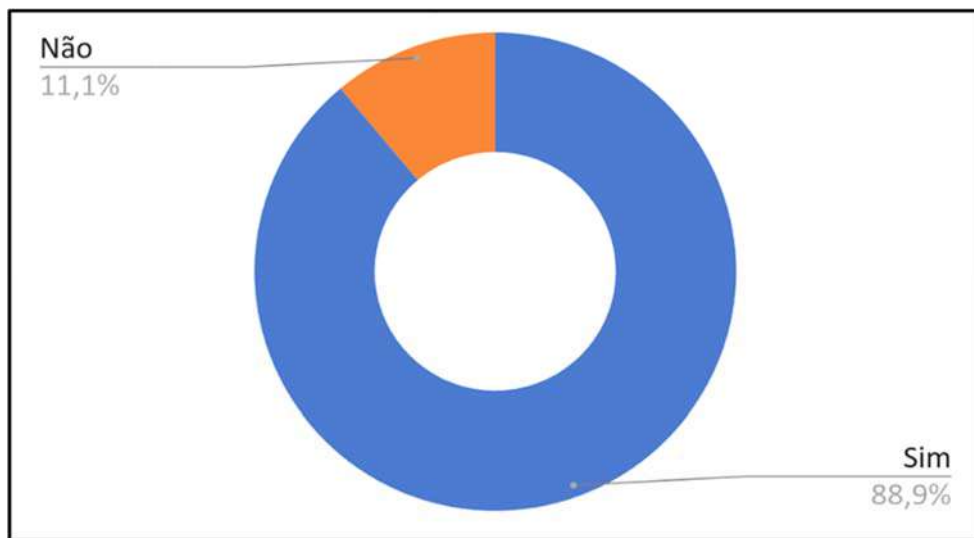
Buscando identificar as marisqueiras que possuem o perfil de vulnerabilidade social para os programas sociais do governo federal, identificamos que 88,90% das pessoas pesquisadas possuem inscrição no CadÚnico, enquanto apenas 11,10% não estão no CadÚnico, como constante no Gráfico 10. Com base nos dados de cadastramento do CadÚnico é possível verificar o quantitativo de famílias de pescadores artesanais que estão em situação de vulnerabilidade econômica, e utilizar esses dados como ferramenta para formulação, implementação e acompanhamento de políticas e programas sociais. Para isso, é necessário que, prioritariamente, os pescadores se reconheçam como tal, e o entrevistador possua a capacitação apropriada para fomentar esse reconhecimento indenitário.

Temos a compressão da importância convocada por Robert Castel sobre a expressão “vulnerabilidade social” para descrever a condição social daqueles indivíduos situados entre a integração e a desfiliação social. O autor adverte, contudo, que esse

¹⁰ Considerando o salário mínimo vigente brasileiro no valor de R\$ 1.212,00.

modelo deve ser interpretado de forma dinâmica, já que na prática os indivíduos podem transitar entre essas zonas ao longo da vida, embora chame a atenção para o “lugar estratégico” da zona de vulnerabilidade: “É um espaço social de instabilidade, de turbulências, povoado de indivíduos em situação precária em sua relação com o trabalho e frágeis em sua inserção relacional”. (CASTEL, 1998, p. 26). Como observado na realidade das marisqueiras do litoral sul da Paraíba.

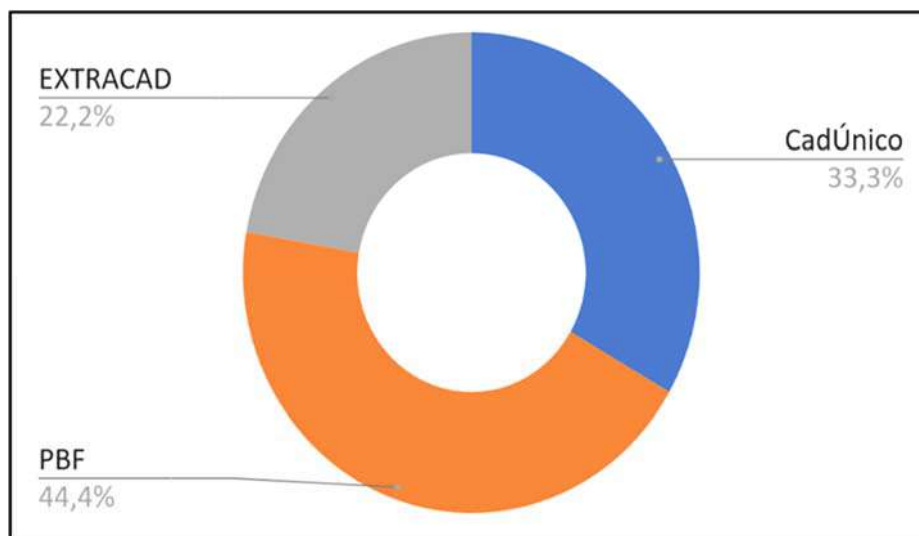
Gráfico 10 - Inscrição no CadÚnico.



Fonte: Projeto de Pesquisa (PIBIC/CNPq/UFPB, 2021-2022, PVB14638-2021).

Observa-se que os programas de transferência de renda do Governo Federal, implementado depois do decreto da pandemia da covid-19, utilizaram como base cadastralreferencial os beneficiários já existentes do Programa Bolsa Família (PBF), como apresenta o Gráfico 11, onde 44,40% das entrevistadas acessam o benefício via PBF; 33,30% pelo intermédio do cadastro único; e apenas 11,10% através do aplicativo da Caixa (Extracad).

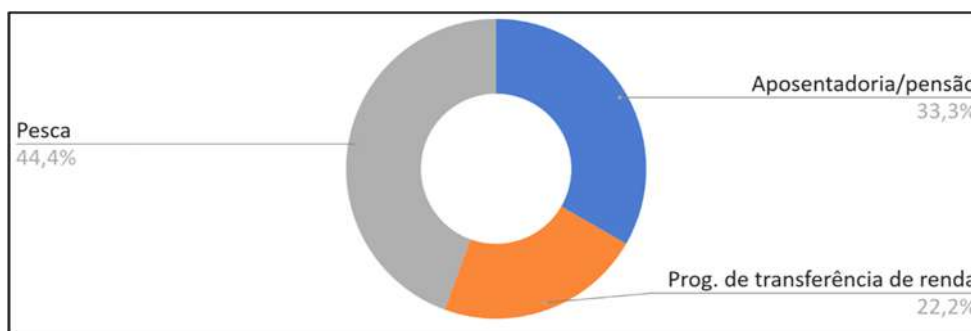
Gráfico 11 - Formas de acesso ao Auxílio Emergencial.



Fonte: Projeto de Pesquisa (PIBIC/CNPq/UFPB, 2021-2022, PVB14638-2021).

A origem principal dos recursos financeiros para aquisição de alimentos desde o início da pandemia da covid-19 foram mencionadas pelas marisqueiras como sendo 44,40% advinda da pesca; 33,33% de origem de aposentadoria/pensão do Instituto Nacional do Seguro Social (INSS); e 22,20% utilizam os recursos de origem dos programas de transferência de renda do Estado para compra de alimentos para sua família, como apresenta o Gráfico 12.

Gráfico 12 - Origem principal dos recursos financeiros para compra de alimentos.

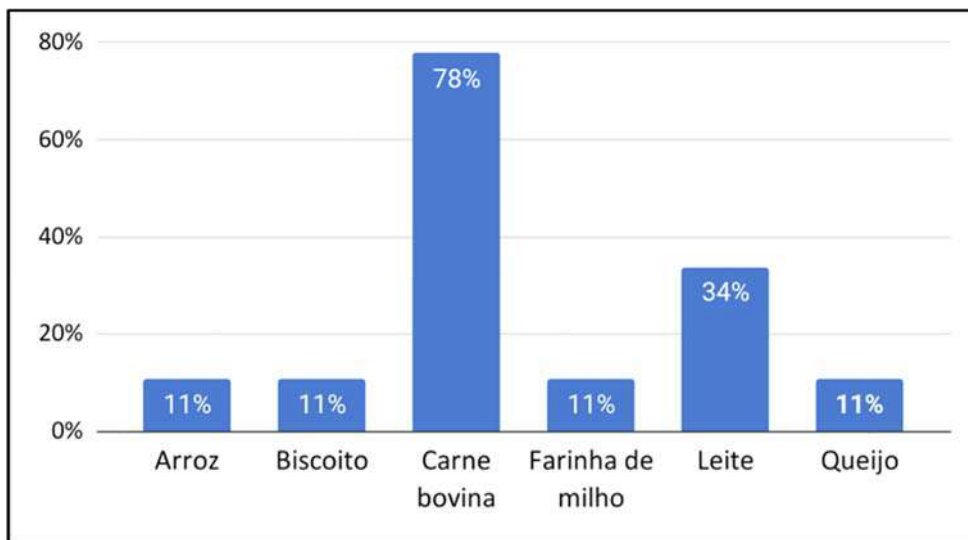


Fonte: Projeto de Pesquisa (PIBIC/CNPq/UFPB, 2021-2022, PVB14638-2021).

Quando pesquisamos sobre quais itens alimentícios foram deixados de comprar no contexto pandêmico pelas famílias das marisqueiras, cujas rendas foram mitigadas em consonância com o aumento da carestia dos gêneros alimentícios, 80% delas

responderam que deixaram de consumir a carne bovina; 34% leite; e arroz, biscoito, farinha de milho e queijo, apresentaram 11% cada um, como espelha o Gráfico 13.

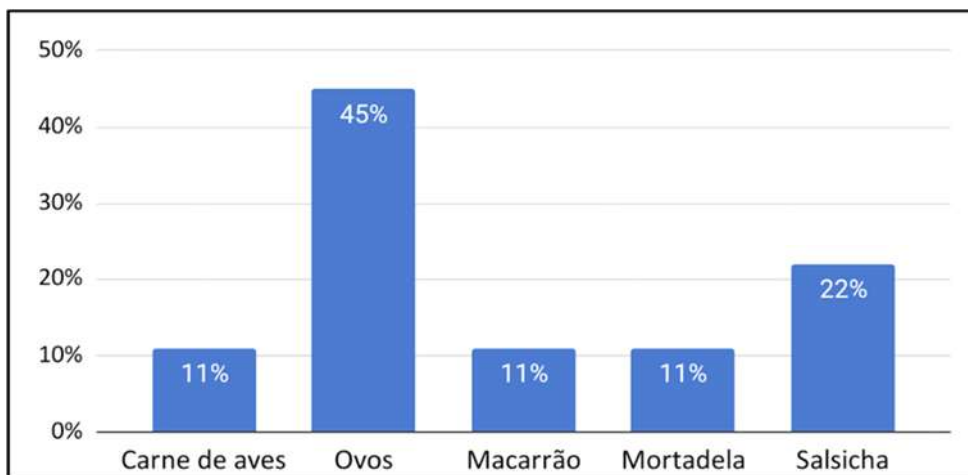
Gráfico 13 - Alimentos que deixaram de consumir na pandemia da covid-19



Fonte: Projeto de Pesquisa (PIBIC/CNPq/UFPB, 2021-2022, PVB14638-2021).

Foi argumentado pelas entrevistadas que devido à queda nas vendas dos pescados e a consequente diminuição da renda familiar, a cesta de alimentos precisou ser alterada, passando-se a inserir na dieta familiar os embutidos, a exemplo de salsichas e mortadelas, apresentando 33%, juntos; além do ovo, com 45%, como constante no Gráfico 14, abaixo.

Gráfico 14 - Alimentos que passaram a consumir com a pandemia da covid-19.



Fonte: Projeto de Pesquisa (PIBIC/CNPq/UFPB, 2021-2022, PVB14638-2021).

Em relação ao acesso das políticas sociais, no geral, percebe-se a desproteção social das marisqueiras e importância de continuar a investigar sobre a temática, pois elas são vítimas da negação de garantias constitucionais, sem cobertura de políticas públicas garantidoras de direitos aos sujeitos coletivos, apontando para a necessidade de estratégias urgentes do poder público para a superação de vulnerabilidades sociais e, por conseguinte, a preservação da vida das pescadoras artesanais e de suas famílias.

CONCLUSÕES

Ao analisar de forma incipientes os dados da pesquisa, percebemos que as pescadoras artesanais pesquisadas, em sua maioria, apresentam marcadores sociais que corroboram para uma desproteção social histórica vivenciada em seus territórios, que foi agravada pela crise socio sanitária da covid-19. Observa-se uma racialização das pescadoras artesanais, pois em sua maioria se autodeclararam negras, morenas ou pardas; apresentam uma faixa etária entre 30 e 50 anos de idade; a maioria frequentou a educação de Jovens e Adultos (EJA); e praticam a pesca artesanal há mais de 40 anos.

A renda familiar mensal da maioria das marisqueiras apresentada é de menos de um salário mínimo oficial do país. Dessa forma, quando relacionadas às dimensões da raça/etnia, escolaridade, renda, faixa etária, tempo de informalidade laboral (como pescadoras artesanais), inferimos que as marisqueiras necessitam acessar direitos sociais, através de políticas públicas que contemplem suas demandas e especificidades. As políticas sociais mais acessadas pelas pesquisadas foram as relacionadas aos benefícios pecuniários dos programas de transferência de renda, sendo eles a principal fonte de recursos financeiros para aquisição de alimentos desde o decreto da pandemia da covid-19 no país. Referente à dimensão de segurança alimentar e nutricional, elas expressaram que deixaram de consumir principalmente carne bovina e passaram a inserir na dieta familiar, com frequência, salsichas, mortadelas e ovos de galinha.

No tocante ao etnomapeamento, percebe-se pela mobilização com a comunidade e com as representações sociais do território, a exemplo das parcerias já iniciadas com a gestão municipal de Pitimbu e Caaporã, da adesão da proposta da pesquisa, bem como das possibilidades que podem ser geradas a partir de sua materialização para os residentes

da RESEX Acaú/Goiana, PB/PE em sua totalidade. Sendo assim, faz-se necessária a continuação do projeto de pesquisa para finalização da proposta já iniciada, e assim poder colaborar com o conhecimento e autoconhecimento das dimensões que perpassam e forjam as relações sociais e usos dos espaços das pescadoras artesanais em seu território de vivência.

Perspectivas

Não podemos deixar de mencionar o retrocesso advindo do neoliberalismo, que veio a destruir o estado de bem-estar social, e que gerou o aumento na desigualdade de renda. Mediante a discrepância ocasionada pelo acirramento do neoliberalismo, a Assembleia Geral da ONU estabeleceu dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)¹¹, que abarcam todos os países até o ano de 2030, em que destacamos o décimo objetivo, que trata da desigualdade, em que algumas metas foram estabelecidas. Destacamos aqui os tópicos 10.1, 10.4 e 10.5.

10.1 Até 2030, progressivamente alcançar e sustentar o crescimento da renda dos 40% da população mais pobre a uma taxa maior que a média nacional. [...]. **10.4** Adotar políticas, especialmente fiscal, salarial e de proteção social, e alcançar progressivamente uma maior igualdade. [...]. **10.5** Melhorar a regulamentação e monitoramento dos mercados e instituições financeiras globais e fortalecer a implementação de tais regulamentações. (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2016, p. 1, grifo do autor).

¹¹ Ver os 17 objetivos do Desenvolvimento Sustentável no endereço: <http://www.ipea.gov.br/ods/ods10.html>.

Figura 6 – Metas do décimo Objetivo de Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: elaborada pelo autor, 2023 (baseada nas informações da ONU e Nações Unidas Brasil, 2016).

O propósito das ODS são prerrogativas universais da ONU, tendo como centralidade a erradicação da pobreza. De acordo com os dados da Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), o Brasil ocupa a posição de sétimo lugar como país mais desigual do mundo. Esses dados são avaliados a partir do coeficiente gini, que avalia as desigualdades e distribuição de renda. A desigualdade é um infortúnio global, e para isso necessita de medidas integralizadas que estabeleçam meios para a erradicação da pobreza em todos os seus âmbitos, ou seja, a minimização das desigualdades socioeconômicas, pois, de acordo com Barros, Henriques e Mendonça (2000, p. 141), a desigualdade encontra-se na origem da pobreza, e combatê-la torna-se um imperativo. Temos na ordem do dia um ponto de partida primordial, o foco em um projeto de sociedade que tem no seu cerne o desafio de combinar democracia com eficiência econômica e justiça social. Desafio clássico da era moderna.

É sabido que a partir do momento que o Estado passa a administrar toda a sistematização financeira voltando-se para a redistribuição de renda, ocorre a minimização das desigualdades econômicas, deixando claro que tomando por base esse conceito, há uma forte crítica ao estado liberal. No Brasil, em 2017, há um assentimento

da PEC 55, que estabeleceu o congelamento dos gastos com o setor social, o que traz um cenário de desemprego, acirramento da pobreza e insegurança em relação à renda. Piketty (2015) é assertivo ao afirmar que transferência de renda, assegurado sobre os moldes progressistas, concedem à população um bem-estar maior que o aumento de salário, visto que a população será favorecida com a renda resultante de um benefício monetarizado, assegurado pela tributação fiscal. Contudo, a classe trabalhadora obtém aumento de salário e adicionamento do custo de atividade, o que contribui com o desemprego e o fortalecimento da indústria 4.0, promovendo a ampliação do “trabalho morto”¹².

De acordo com Carnelossi (2019, p. 176), a proteção social, quando abordada, seja vinculada a sua expressão institucionalizada pelo Estado, relacionada ao campo econômico, é interessante reconhecer que ela transcende a economia e faz parte de toda organização social da humanidade. Silva, Wanderley e Conserva (2014) complementam essa concepção ao afirmar que a concretização do modelo de proteção social sofre forte influência da territorialidade, pois ele só se instala e opera a partir de forças vivas e de ações com sujeitos reais. Mais uma vez nos deparamos com a máxima de que a proteção social é muito mais do que análise do valor da renda per capita dos membros de uma família, visto que tal engenharia, conforme Sposati (2009), não flui de uma fórmula matemática ou laboratorial, mas de um conjunto de relações e de forças em movimento.

Precisamos promulgar uma proteção social que considere o acesso aos direitos sociais e de cidadania, ou seja, o sentido da proteção social exige a defesa intransigente dos direitos humanos na vida social e ética. Proteção supõe prevenção contra os riscos, as desigualdades socioeconômicas e necessidades humanas. Proteção social possui em seus fundamentos defesa de direitos!

¹² O trabalho morto, segundo Marx (1883), é todo trabalho não vivo, atividades tradicionais feitas de forma manual, que nesse cenário vem sendo automatizado e robotizado na era informacional – digital. (MARX, 2004).

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, F. S.; BLUME, L. H. S. As mulheres marisqueiras em Ilhéus-BA: mudanças e permanências nos modos de vida e trabalho, 1980- 2004. *In: XII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 12., 2006, Ilhéus. **Resumos** [...]. Ilhéus: UESC, 2006. p. 373.
- BARROS, R. P.; HENRIQUES, R.; MENDONÇA, R. Desigualdade e pobreza no Brasil: retrato de uma estabilidade inaceitável. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v. 15, n. 42, p. 123-142, fev. 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcsoc/a/WMrPqbymgm4VjGwZcJjvFkx/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 fev. 2023.
- BEGOSSI, A. Fishing actives and strategies at Búgios Island (Brazil). *In: MEYER, R. M.; ZHANG, C. (ed.). Fisheries resource utilization and policy*. Athens, Greace: Science Pub Inc, 1992. p. 125-141.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **RESEX ACAÚ-Goiana**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/marinho/lista-de-ucs/resex-acau-goiana>. Acesso em: 05 jan. 2021.
- CARNELOSSI, B. (In)segurança de renda e (des)proteção social no Brasil: algumas notas para reflexão. **O Social em Questão**, Rio de Janeiro, ano 22, n. 45, p. 151-178, set. 2019.
- CASTEL, R. **As metamorfoses da questão social**. Petrópolis: Vozes, 1998.
- DIEGUES, A. C. S. Formas de organização da produção pesqueira: alguns aspectos metodológicas. *In: ENCONTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E O MAR NO BRASIL*, 2., 1988, São Paulo. **[Trabalhos apresentados]**. São Paulo: PPCAUB/IOUSP/F.FORD/UICN, 1988. p. 1-39.
- DIEGUES, A. C. S. **Pescadores, camponeses e trabalhadores do mar**. São Paulo: Ática. 1983.
- FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- GIL, C. A. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.
- IBGE. Brasil. Paraíba. Cidades. Panorama. **População**. 2021. Disponível: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/panorama>. Acesso em: 15 mar. 2023.
- IPEA; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO; UNDP. **Novo atlas do desenvolvimento humano no Brasil**. Entenda o cálculo do IDH municipal (IDH-M) e saiba quais indicadores usados. Brasília: PNUD, 2022. Disponível: em: http://www.dhnet.org.br/direitos/indicadores/idhm/idh_m_entenda_calculo2.pdf. Acesso em 08 mar. 2023.
- KOGA, D. **Medidas de cidades entre territórios de vida e territórios vividos**. São Paulo: Cortez, 2003.
- KOGA, D.; NAKANO, K. Perspectivas territoriais e regionais para políticas públicas brasileiras. **Revista Serviço Social e Sociedade**, São Paulo, ano 27, n. 85, mar. 2006.
- LAVINAS, L. Pobreza e exclusão: traduções regionais de duas categorias da prática.

Econômica, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 25-59, jun. 2003.

LEVY, B. **Estudo analisa registro de óbitos por covid-19 em 2020**. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz - Fiocruz. Rio de Janeiro: 2021. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/estudo-analisa-registro-de-obitos-por-covid-19-em-2020>. Acesso em: 05 mar. 2023.

MALDONADO, S. C. **Pescadores do mar**. São Paulo: Ática, 1986.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Os objetivos de desenvolvimento sustentável no Brasil**. Brasília: Casa ONU Brasil, 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/10>. Acesso em: 05 fev. 2023.

NASCIMENTO, R. L. X.; SOUZA, C. C.; GRASSI, G.; PÇOVEORA, M. A. N. D. **Caderno de caracterização estado da Paraíba**. Brasília: Codevasf, 2022. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/biblioteca-geral-rocha/publicacoes/outras-publicacoes/caderno-de-caracterizacao-estado-da-paraiba.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2023.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE – OPAS. **Pandemia de COVID-19 golpeou as Américas em 2020**. Whashington, D.C: Organização Pan-Americana da Saúde. Organização Mundial de Saúde, 2020. Disponível: <https://www.paho.org/pt/noticias/30-12-2020-pandemia-covid-19-golpeou-americas-em-2020>. Acesso em: 28 jan. 2023.

PIKETTY. T. **A economia da desigualdade**. Tradução de André Telles. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2015.

PNUD BRASIL; IPEA; FJP. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil – Ranking**. Brasília: PNUD Brasil; Ipea; FJP, 2022. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/ranking>. Acesso em: 8 mar. 2023.

RIBEIRO, A. C. T. **Teorias da ação**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2014.

SANTOS, M. **A urbanização desigual**. Petrópolis/RJ: Vozes, 1980.

SANTOS, M. Entrevista com o professor Milton Santos. [Entrevista cedida a] Marina Amaral *et al.* **Caros amigos**, São Paulo, n. 17, ago. 1998.

SILVA, E. L. P.; CONSERVA, M. S.; OLIVEIRA, P. Socioecologia do processo de trabalho das pescadoras artesanais do Estuário do Rio Paraíba, Nordeste, Brasil. **Ecologi@**, Lisboa, n. 3, p. 47-61, 2011.

SILVA, E. L. P. **Da casa ao mangue**: abordagem sócio-ecológica do processo de trabalho das marisqueiras do estuário do Rio Paraíba-PB. 2011. 203 f. Dissertação (Mestrado em serviço social) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.

SILVA, E. L. P.; WANDERLEY, M. B.; CONSERVA, M. Proteção social e território na pesca artesanal do litoral paraibano. **Serviço Social e Sociedade**, São Paulo, ano 24, n. 117, p. 169-190, jan. 2014.

SILVA, E. L. P. **Territorialidades e proteção social**: conflitos socioambientais indígenas vivenciados na pesca artesanal no litoral norte da Paraíba. 2016. 221 f. Tese (Doutorado em Serviço Social) - Programa de Estudos Pós-Graduados em Serviço Social, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2016.

SILVA, E. L. P. Sentidos territoriais da proteção social no litoral norte da Paraíba. **Revista de Políticas Públicas**, [S. l.], v. 22, p. 1641–1664, 2018. DOI: 10.18764/2178-

2865.v22nEp1641-1664. Disponível em:

<http://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/rppublica/article/view/9884>. Acesso em: 03 fev. 2023.

SPOSATI, A. Modelo brasileiro de proteção social não contributiva: concepções fundantes. *In*: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS).

Concepção e gestão da proteção social não contributiva no Brasil. Brasília: MDS/Unesco, 2009.

DESENVOLVIMENTO E ESTUDO DE MATERIAIS INOVADORES PARA APLICAÇÃO EM IMPRESSÃO 3D

Silvando Carlos Cavalcante Júnior¹; Louise Brasileiro Quirino Brito²; Gustavo de Figueiredo Brito³.

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo promover o desenvolvimento de materiais inovadores para aplicação em impressão 3D. No primeiro semestre do projeto de pesquisa, foram definidos os objetivos e iniciada a escrita do relatório. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica a qual foi sintetizada e escrita na fundamentação teórica deste relatório. Posteriormente um material foi escolhido para ser trabalhado, sendo este o PET, obtido a partir de garrafas descartadas. Este material foi triturado e buscou-se obter filamentos a partir do mesmo. Como resultado observou-se que o material apresentou consistência muito fluida, dificultando a produção de filamentos no diâmetro desejado. Desta forma, concluiu-se que tentativas utilizando abordagens diferentes sejam necessárias para produção de filamentos de PET.

Palavras-chave: Design. Produto. Impressão 3D. Materiais.

¹ silvandocarloscj@gmail.com

² louise.brito@academico.ufpb.br

³ gustavo.brito@academico.ufpb.br, Materiais e Design: da matéria-prima ao produto (Ano III) / Desenvolvimento e estudo de materiais inovadores para aplicação em impressão 3D

INTRODUÇÃO

O design nas últimas décadas vem se moldando para uma sociedade e indústria que cada vez mais exigem uma reformulação de produtos e materiais utilizados que sejam pensados para causar cada vez menos impactos na natureza; seja esse impacto na produção, consumo ou no descarte.

O uso da impressão 3D tomou grandes proporções na indústria pelo seu menor custo de produção em comparação a outros maquinários, possibilidade de criação de protótipos 3D, diminuição do tempo de produção e diversas possibilidades de aplicação do material usado. Além das grandes inovações na forma de projetar, utilizando a impressão, o material utilizado pode trazer grandes vantagens ecológicas para o produto.

Diante de tal oportunidade, buscou-se utilizar das áreas de pesquisa do design de produto, materiais e impressão 3D para aprofundamento no tema, experimentação e desenvolvimento de um material inovador para aplicação em impressão 3D.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é desenvolver projetos inovadores capazes de serem realizados tanto pelo uso de materiais quanto das técnicas de impressão 3D.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O que é impressão 3D?

A Impressão 3D pode ser definida como um processo para criação de objetos tridimensionais, ou seja, três dimensões. Isso significa que o objeto tem volume - altura, largura e comprimento, diferente do desenho 2D que só tem duas dimensões (altura e largura), que são impressas em folhas de papel pelas impressoras "convencionais", o oposto das impressoras 3D, que as impressões são baseadas em uma disposição, controlada digitalmente por um modelo virtual desenvolvido em um computador, de sucessivas camadas de material até a criação de uma estrutura fina (SAMPAIO, 2017).

A impressão 3D abrange várias tecnologias de fabricação que constroem peças camada por camada. Os métodos de impressão mais utilizados na indústria como um todo são o FDM e a SLA por utilizarem filamentos de materiais termoplásticos como o ABS e o

PLA. Neste trabalho terá um enfoque maior no FMD por ser o método de prototipagem mais adotado atualmente e devido seu baixo custo e praticidade. Essas tecnologias podem diferir na seleção de materiais, acabamento superficial, durabilidade, velocidade e custo de fabricação (SILVA, 2018).

Alguns dos principais métodos de fabricação 3D são:

Deposição Fundida - FDM

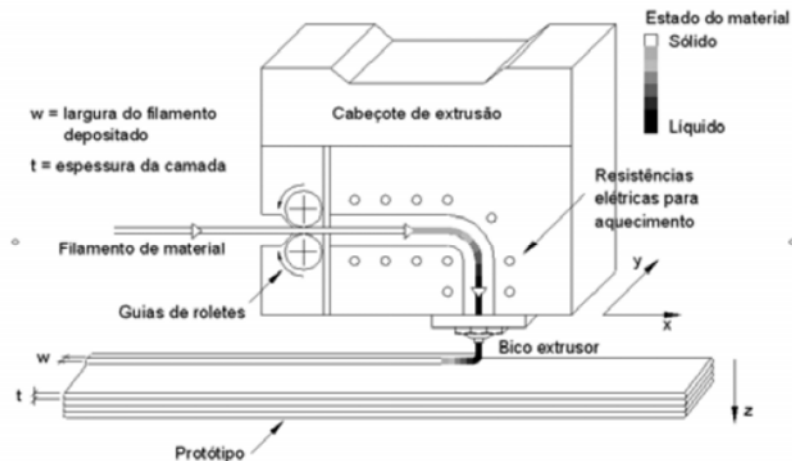
De acordo com SILVA (2018) apud CHUA, LEONG, LIM (2010) esse método foi elaborado por Scott Cramp em 1988, foi apenas patentado em 1992, nos Estados Unidos. Este procedimento utiliza materiais termoplásticos, no entanto, há uma grande variedade de materiais que normalmente são adotados como o ABS, Policarbonato, cera poliamidas e elastômeros (ANTAS; SILVA, 2018).

Nesse método de prototipagem rápida, o material termoplástico possui forma de filamentos que são envolvidos em um carretel para impressão, eles são empurrados para um canal aquecido para extrusão até o bico de saída, sendo este calibrado em coordenadas do eixo cartesiano X e Y, em que o material será inserido numa plataforma de acordo com o modelo escolhido para impressão (SILVA, 2018).

Durante o processo contínuo de deposição de camadas a camada inferior já se encontra solidificada para receber a camada superior, a uma temperatura viável para a junção entre camadas. O bico ejetor possui a finalidade de expelir o material para a fabricação do modelo, mas há também a possibilidade de uso de outro bico ejetor que daria auxílio ao principal como suporte para a confecção de modelos angulados e de geometria complexa (SILVA, 2018).

Na figura abaixo está ilustrado os principais componentes presentes na deposição de uma impressora 3D.

Figura 1 - Representação de uma máquina FDM



Fonte: Adaptado de AHN, 2002 et al Vinícius, 2018

Existem as impressoras com arquitetura cartesiana e delta para impressão FDM, no modelo delta a mesa de construção é fixa e as coordenadas de construção são realizadas pelo bloco extrusor estabilizado e com três hastes ligadas ao suporte lateral da impressora. Já os modelos de impressoras cartesianos são os mais acessíveis e conhecidos, disseminada pelo projeto RepRap, criado por Adrian Bowyer por ter uma organização estrutural de peças que podem ser replicáveis na impressora, a mesma possui mesa de construção móvel, diferentemente da mesa do modelo da impressora com arquitetura delta, em uma direção enquanto o cabeçote extrusor se move em outra direção e as barras laterais elevam e descem o cabeçote para construção na vertical (SILVA, 2018).

Estereolitografia - SLA

Esse método de impressão 3D foi desenvolvido pela empresa 3D Systems nos Estados Unidos e foi patenteado em 1986, tornando-se o primeiro processo deste ramo (ANTAS, 2007 apud SILVA, 2018). No maquinário tem um recipiente com resina, em que a exposição de materiais fotopolímeros, o feixe de laser solidifica a região de contato percorrendo os eixos de base do sistema para elaborar a camada do modelo virtual feito em software CAD (CUNICO; SILVA, 2018).

É um processo que desenvolve protótipos modelos através da superposição das camadas de resina polimérica fotossensível líquida, ou seja, os raios a laser são projetados na resina solidificando os contornos do protótipo criado virtualmente (OLIVEIRA, 2007 apud SILVA, 2018). Os feixes de luz são direcionados com alta precisão por um agrupamento de espelhos, o que promove uma reação fotoquímica na resina (ANTAS, 2007 apud SILVA, 2018).

Manufatura Aditiva e o Design

O princípio de fabricação baseado na adição de material surge no final da década de 1980, denominado atualmente de Manufatura aditiva (*additive manufacturing - AM*), conhecidos anteriormente como “prototipagem rápida” e, mais recentemente, também como impressão 3D (tridimensional). Surgiu pelo fato desse processo ter sido muito aplicado na produção rápida de produtos físicos, para apenas materialização de ideias, sem muitas exigências em termos de resistência e precisão, já que eram apenas para concretização dos modelos para serem feitos experimentos, testes e estudos dos objetos, ou seja um protótipo e não o produto final (VOLPATO, 2017).

AM pode ser definida como um processo de fabricação por meio da adição sucessiva de material na forma de camadas, com informações obtidas diretamente de uma representação geométrica computacional 3D do componente. Normalmente, essa representação geométrica é na forma de um modelo geométrico 3D originado de um sistema CAD (*computer-aided design*). Assim, esse processo aditivo permite fabricar componentes físicos a partir de vários tipos de materiais, em diferentes formas e a partir de diversos princípios, o processo de construção é totalmente automatizado e ocorre de maneira relativamente rápida, se comparado aos outros meios tradicionais de fabricação (VOLPATO, 2017).

De acordo com Volpato et al. Carvalho (2017) a maioria dos processos de manufatura aditiva as camadas são planas, mas isso não é uma regra, pois existem tecnologias que permitem adicionar material de acordo com a geometria da peça.

Por existir diferentes fatores na decisão de compra de um produto, por exemplo, um carro, depende fortemente de impressões como ruído, manuseio, aromas e percepção formal, que são fatores chave para decisão de compra, fatores esses que só podem serem

analisados através de modelos físicos tridimensionais, por isso é de muita importância o uso dos mesmos e dos protótipos no desenvolvimento do design de produtos e planejamento de sua produção.

Foi nos finais dos anos 1990 que a disseminação da utilização da manufatura aditiva aconteceu, quando o arquiteto e designer israelense Ron Arad, um dos pioneiros no desenvolvimento de modelos e protótipos impressos em 3D, desenvolveu uma linha de produtos impressos em 3D apresentada na exposição Not Made By Hand Not Made in China, no renomado museu britânico Victoria and Albert Museum, em Londres (VOLPATO, 2017).

Figura 2 - Protótipo impresso de luminária em 3D desenvolvida digitalmente e materializada por tecnologia de impressão SLS. Designer Ron Arad



Fonte: Dan Howarth, 2013

A manufatura aditiva possibilitou

Essa tendência de prototipagem rápida que começou na década de 1990, chamada de manufatura rápida, hoje virar realidade e a produção de produtos impressos agora, é realizado de modo convencional, em que o usuário pode usar o produto, diferentemente de como começou que era apenas realizado para protótipos, como por exemplo a empresa Noiga de acessórios de moda que produz digitalmente seus produtos pelo processo de impressão 3D (VOLPATO, 2017).

Figura 3 - Coleção colorida de acessórios impressos em 3D criados pela empresa Noiga.



Fonte: Renata Wajdowicz, 2017

Sendo assim, a impressão 3D possibilitou aos designers e projetistas do mundo, uma série de avanços, usos de diferentes materiais e customização, e construções de suas próprias máquinas e novas tecnologias baseadas no processo de adição de materiais, como por exemplo, o holandês Dirk Vander Kooji, que desenvolve produtos com um braço robótico que realiza a extrusão do material, permitindo criar peças em grande proporção, outro exemplo bastante interessante no meio do design é o estúdio belga Unfold que construiu vasos impressos em 3D com pasta cerâmica através de um bico calibrado em um equipamento construído pelo Núcleo de Experimentação Tridimensional da PUC-Rio em parceria com o Atelier de Cerâmica Alice Felzenszabl, no Rio de Janeiro. A representação física de modelos no Design aborda diferentes tipos como: maquete, mock-ups em tamanho reduzido, modelos de apresentação e protótipos (VOLPATO, 2017).

Materiais para impressão 3D

Ácido Polilático - PLA

É o primeiro polímero sintético, muito utilizado em aplicações biológicas devido às suas características de biocompatibilidade natural, com excelentes propriedades mecânicas e por ser um material biodegradável. De denominação inglesa *polylactic acid*, é extraído de fontes renováveis degrada-se em torno de dois anos quando enterrado, o que é considerado um tempo curto se comparado com centenas de outros plásticos e por isso, é uma opção ecologicamente sustentável entre os polímeros (SILVEIRA, 2019).

De acordo com AURAS (2018) apud DANTAS (2019) o PLA foi descoberto em 1780 pelo químico experimental Carl Wilhelm Scheele, que isolou o "ácido de leite" do leite coalhado.

É um polímero termoplástico, da família dos poliésteres alifáticos, que apresenta boa processabilidade térmica, não tóxico, e é tipificado como um polímero semi cristalino ou amorfo. Além dessas características, o PLA é o material com maior acesso entre os polímeros para impressão 3D. Para a produção dos filamentos em PLA é utilizado uma síntese química do ácido láctico a partir de matéria-prima de fontes renováveis como arroz, milho e trigo. Esse filamento, comparado ao ABS, possui maior facilidade de uso (SILVEIRA, 2019).

Segundo Garlotta, as temperaturas de transição vítrea e de fusão estão na faixa de 55°C e 175°C, respectivamente. Por apresentar alta fragilidade, seu uso delimita o material em diversos casos, possuindo o aspecto de alongamento em 10% na ruptura durante um ensaio de tração (BRITO, 2012 apud RASAL, 2010).

Para que se tenha um resultado satisfatório na impressão por FDM, os corpos de prova devem ser impressos a uma velocidade baixa, com 5mm/s resultando em um melhor preenchimento dos espaços da peça. Devido a essa baixa velocidade na deposição de camadas é possível manter o material com uma alta viscosidade fazendo com que a qualidade e consistência da impressão aumente em consequência do cisalhamento reduzido (PERES, 2016).

Acrilonitrila Butadieno Estireno - ABS

De denominação inglesa *acrylonitrile high impact polystyrene*, é um polímero termoplástico, derivado do petróleo, em termos de estrutura ele é rígido e leve, com alguma flexibilidade, resistência na absorção de impacto, bom acabamento superficial e alta capacidade de reproduzir detalhes com precisão. Algumas de suas aplicações típicas são revestimentos de refrigeradores, equipamentos para gramado e jardim, brinquedos e dispositivos de segurança, entre outros produtos. Comparado ao PLA, ele é nocivo por emitir gases tóxicos, odor, monóxido de carbono e cianeto de hidrogênio, quando aquecido para a impressão, porém devido a sua abundância e por possuir boas

propriedades mecânicas é muito usado na área industrial, doméstica e outras áreas (SILVEIRA; SILVA, 2018).

Para que se obtenha um bom resultado da peça e uma impressão otimizada para ensaios do material, é desejável que o espaçamento entre os filamentos seja negativo, de forma que não haja espaços vazios (gap), e que a peça possua a orientação do filamentos em relação à direção da carga zero grau (AHN, 2002 apud SILVEIRA, 2019).

Politereftalato de Etileno Glicol - PETG

É um dos termoplásticos mais usados e popular no âmbito da tecnologia, derivado do petróleo com formação amorfo, é uma combinação durável de copolímeros, do PET, que já é bem conhecido, é aglomerada com glicol para se obter durabilidade extra ao material. Este polímero possui a característica de ser mais macio e flexível que o PLA e ABS. É usado para diversas aplicações que terá, uma característica de ser inquebrável, devido a sua resistência e flexibilidade (SANTANA, L.; ALVES, J.L.; SABINO NETTO, A.C.; MERLINI, C. 2018).

O PETG possui outras características como baixo encolhimento resultando em baixo empenamento da peça, boa resistência a elementos químicos, a ácidos, e também resistente a água, não emite odor durante a impressão diferentemente do ABS. Este material é considerado a versão melhorada entre o PLA e o ABS, pois consegue unir a fácil impressão do PLA, a resistência do ABS além de não emitir gases tóxicos (SILVEIRA, 2019).

É muito importante durante a impressão um uso de um cooler para dar melhor acabamento à peça, tendo assim pontes e quinas mais bem elaboradas que os demais materiais largamente usados. Outra característica interessante do PETG é que há um retardamento de chamas, onde o material acaba se distorcendo e não pega fogo em si (PORTO, 2016).

Aplicações da Impressão 3D

A aplicabilidade da impressão 3D está presente em várias áreas do conhecimento e trazendo várias mudanças significativas como na área médica, arquitetura, indústria, construção civil, esportes e outras, mas é importante salientar que sua aplicação mais comum da tecnologia ainda se encontra na produção de protótipos.

Na medicina ela pode ser usada para a fabricação de medicamentos, para suprir a grande demanda de transplantes, para desenvolver e criar instrumentos cirúrgicos ou de utilidade cotidiana (DANTAS, 2019).

Por não se ter tanta aplicação na tecnologia de impressão 3D na área médica, ela entra na história da indústria farmacêutica, trazendo algumas vantagens na fabricação de comprimidos, conseguindo maior precisão dos mesmos já que seu processo funciona camada por camada e possibilita a produção de comprimidos em uma dosagem ideal e com um tamanho reduzido, que além de ser benéfico para o tratamento do paciente, também ajuda na adesão ao tratamento. Ela também pode ser usada para a criação de modelos com uma escala real, o que contribui para melhorar o procedimento cirúrgico, a impressão 3D também pode ser aplicada na parte de próteses e transplantes de tecidos, em casos de queimaduras, principalmente em cirurgias plásticas, utilizando-se próteses tanto de membro, quanto cartilaginosas construídas a partir da tecnologia (CARDOSO; TAVARES, TAVARES; MAGNAGNO, 2021).

A construção civil tem adotado a tecnologia em várias técnicas e aplicação em maior escala, como por exemplo, a técnica de impressão 3D, chamada de *Contour Crafting*, que é uma tecnologia de fabricação aditiva que usa o controle de computador para formar estruturas de materiais cerâmicos e a base de cimento (WOLFES, 2015 apud PORTO, 2016).

De acordo com KHOSHNEVIS (2004) apud PORTO (2016) essa técnica traz uma série de benefícios em níveis econômicos e sociais, proporcionando uma melhor qualidade de vida, segurança e redução no impacto ambiental, reduz significativamente a taxa de lesões no local de trabalho que são tão comuns na história da construção, diminuindo assim os custos dos litígios, seguros e tratamento médico, no impacto ambiental é significativo na economia de energia para a construção e quase eliminação dos resíduos.

Figura 4 - Esquema de construção com Contour Crafting



Fonte: CONTOUR CRAFTING (2016)

Metodologia

Materiais

O material utilizado neste projeto foi o polietileno tereftalato (PET) utilizado para produção de garrafas plásticas descartáveis.

Métodos

- Desenvolvimento de uma fundamentação teórica para embasamento do projeto;
- Beneficiamento do material das garrafas;
- Secagem do material em estufa;
- Utilização de uma extrusora para produção dos filamentos para impressão 3D, da marca Filmaq 3D;
- Impressão dos filamentos em impressora Ender 3D.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foram realizadas pesquisas aprofundadas sobre quais os materiais seriam mais apropriados para a manipulação e a utilização no projeto em questão, dentre todos os analisados, no entanto, o politereftalato de etileno (PET) foi selecionado pois sua resistência e consistência é similar ao filamento já conhecido e utilizado nas impressões digitais atuais do mercado. O mesmo seria ideal pois sua temperatura de manipulação

seria possível de ser alcançada com maquinários mais palpáveis, a matéria prima em si é de baixo custo e acessível a uma grande parcela das pessoas e também uma vez que a reutilização e a prolongação da vida útil de um material que muitas vezes é um poluente seria decisivo, de acordo com KHOSHNEVIS (2004) apud PORTO (2016).

Portanto, foram recolhidas garrafas em duas tonalidades, transparentes e esverdeadas, as quais foram higienizadas, retirados os seus rótulos e tampas pois não seriam utilizados, por serem de materiais diferentes do da garrafa, porém ambos foram encaminhados a locais de reciclagem apropriados. Em seguida as garrafas foram cortadas em pedaços pequenos, medindo cerca de 2 e 4 centímetros, e os mesmos foram organizados em uma bandeja de alumínio para armazenamento. O material triturado foi colocado em estufa à 150 °C, acima da temperatura de fusão do PET, para remoção de umidade e cristalização do PET, a fim de se obter um material com maior densidade e promover uma melhor processabilidade do mesmo na extrusora.

Figura 5 - Pedacos de PET cortados



Fonte: autor (2022)

O processo de extrusão para produção dos filamentos foi realizado em uma extrusora Filmaq 3D, utilizando-se uma temperatura de 260 °C e tempo de

aproximadamente 4 horas. A Figura 6 apresenta imagem da extrusora e da bobinadora utilizada para enrolar os filamentos produzidos.

Figura 6 - Extrusora de filamentos "*Filmaq3D CV*" e enroladora de filamentos "*Filmaq3D*"



Fonte: autor (2022)

Dentre os vários testes produzidos no laboratório com os materiais e as máquinas, os resultados não corresponderam com as expectativas uma vez planejadas pois a consistência dos filamentos provenientes das garrafas PET procederam com um aspecto aquoso que mesmo após o resfriamento não seriam úteis para a execução de uma peça na impressora 3D.

Entretanto, em busca de uma possível solução para a situação foi imaginada a adição de material com fórmula similar e que o mesmo harmonize com as características do PET. Dentre as opções e seguindo as medidas de ser um material comum as pessoas e viável em relação a seu custo, o polietileno foi selecionado devido a sua resistência ser a então buscada para reforçar o PET, e então procedendo foi estudado sobre quantas determinadas porções de polietileno para com uma e PET a fim de firmar melhor o filamento resultante.

Sendo assim, o polietileno recolhido foi higienizado e cortado em pequenos pedaços entre 1 ou 2 centímetros, e para os seguintes testes foram adicionadas 10 gramas de polietileno para 32 gramas de PET, em seguida, colocadas no forno para comprimir seus tamanhos e foram aplicados na máquina para serem transformados em filamentos,

momento no qual a máquina extrusora de filamentos *Filmaq3D CV* em questão apresentou uma certa resistência para moer e esquentar as partículas de polietileno.

O filamento resultante em questão se mostrou mais resistente do que o teste anterior, mas, ainda assim, não se mostrou resistente o suficiente para a utilização na impressora 3D “*Ender 3*”, pois ao início de sua retirada da máquina extrusora ainda se mostrou aquoso, e após o seu resfriamento não mostrou resistência para ser moldado ou armazenado, contudo, possivelmente servirá para outros fins.

Figura 7 - Filamento resultante a harmonização do PET com o polietileno



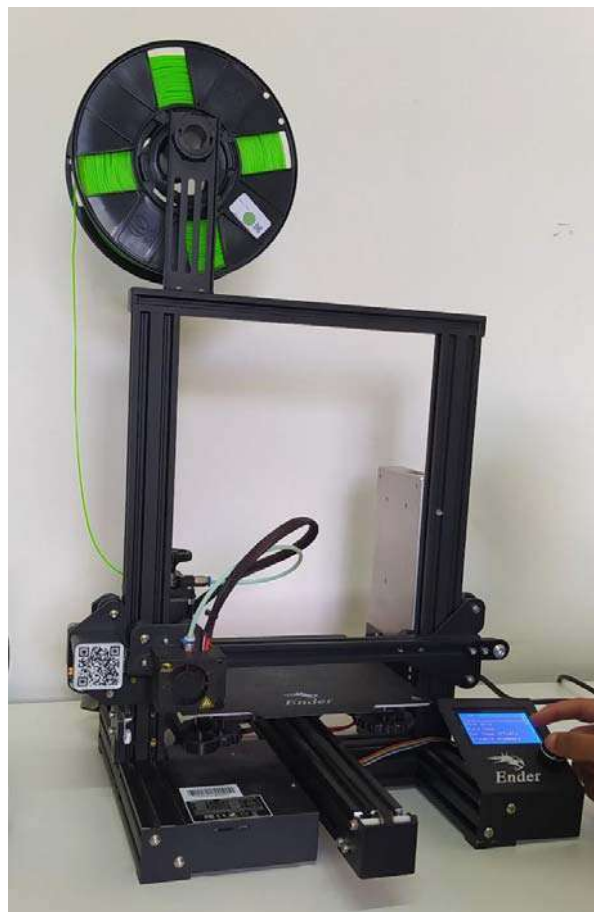
Fonte: autor (2022)

Por fim, para a execução do projeto foi necessário e apropriado um conhecimento com maquinários de impressão 3D para a então manipulação com o mesmo, portanto, nesse momento, foi incluído ao projeto a impressora 3D “*Ender 3*”, uma vez que dentre as diversas opções encontradas atualmente no mercado, a mesma seria uma das que possuem fácil e rápida montagem dos componentes e manipulação de suas funções.

A montagem da impressora 3D foi efetuada no Laboratório de Materiais do campus IV da UFPB no campus de Rio Tinto, por aluno e professor através da leitura de seu manual como também com o auxílio de vídeos do *youtube* de pessoas que já manipularam

anteriormente o mesmo aparelho, com isso resultando na aprendizagem de suas funcionalidades, manipulação de sua interface e comandos como também alguns conceitos e conhecimentos sobre filamentos que são utilizados. Após a montagem foram impressas algumas peças pelo aluno como forma de treino e firmar o conhecimento adquirido com a experiência.

Figura 8 - Impressora 3D “Ender 3”



Fonte: autor (2022)

CONCLUSÕES

Notórias são os resultados e inúmeros são as possibilidades de aprofundamento nessa área que possui consigo uma oportunidade de impactar positivamente e significativamente alguns aspectos que hoje são comuns na nossa sociedade como exorbitantes acúmulos de “lixo” onde são potenciais matérias primas para a produção de

produtos ou ferramentas que possam auxiliar diversas pessoas e situações. O politereftalato de etileno segue sendo uma fonte inesgotável de possibilidades, como matéria prima, para diversos fins, devido sua fácil manipulação e recolha, uma vez que, há vários centros de reciclagem em diversos locais como também estabelecimentos que comercializam produtos que são alocados no mesmo, porém em nossos testes, para os resultados que uma vez esperávamos receber, o mesmo não correspondeu, mesmo em um outro momento, com a adição polietileno ao processo, o desfecho foi próximo do que esperávamos, mas, ainda assim, não logrou o êxito que almejamos.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, TAVARES, TAVARES, MAGNAGNAGNO. Gabriela Camargo, Kiella de Lima, Kiarah de Lima, Odirlei Antonio. **IMPRESSÃO 3D: UM FUTURO PROMISSOR PARA A MEDICINA. Revista Thêma Et Scientia** –, [s. l.], v. 11, p. 01-07, fev. 2021.

DANTAS, VICTOR D. **Avaliação de Comportamento Mecânico Através de Caracterização Experimental e Computacional do Ácido Polilático (PLA) em Dois Diferentes Modelos de Órteses Ortopédicas**. 2019. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Materiais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019.

PINTO, JÚLIA C. A. **Manufatura Aditiva de Compósitos de PLA/n-HA por FDM para Aplicações em Engenharia de Tecidos Ósseos**. 2020. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

PORTO, THOMÁS M. S. **ESTUDO DOS AVANÇOS DA TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO 3D E DA SUA APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2016. 93 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

SAMPAIO, C. **Guia Maker da Impressão 3D - Teoria e Prática Consolidadas**. [s.n.], 2017.

SANTANA, L.; ALVES, J.L.; SABINO NETTO, A.C.; MERLINI, C. Leonardo Santana, Jorge Lino Alves, Aurélio da Costa, Sabino Netto e Claudia Merlini. **Estudo comparativo entre PETG e PLA para Impressão 3D através de caracterização térmica, química e mecânica: a comparative study between petg and pla for 3d printing through thermal, chemical and mechanical characterization. Revista Matéria**, [s. l.], p. 01-28, jan. 2018.

SILVA, MARCUS V. B. **Caracterização Mecânica de Materiais Utilizados em Prototipagem Rápida por Deposição de Material Fundido para Aplicação Aeroespacial**. 2018. 112 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Aeroespacial, Faculdade Unb Gama na Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2018.

SILVEIRA, FLÁVIA L. **A TÉCNICA DA ANAMORFOSE APLICADA AO DESIGN DE PRODUTOS: uma experiência na joalheria.** 2019. 177 f. Tese (Doutorado) - Curso de Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

VOLPATO, N.; CARVALHO, J. **Manufatura Aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3D.** 1. ed. São Paulo: Blucher, 2017.

ENGENHARIAS

DEPOSIÇÃO DE PARTÍCULAS FOTOCATALÍTICAS EM REVESTIMENTO POLIMÉRICO HÍBRIDO POLIURETANO-ACRÍLICO (PUA)

Anderson Carlos Lima Pereira¹ Raquel da Silva Cardoso² Vivian Stumpf Madeira³ Eliton Souto de Medeiros⁴ Mauricio Pinheiro de Oliveira⁵ Amélia Severino Ferreira e Santos⁶

RESUMO

As superfícies autolimpantes tem ganhado bastante atenção devido à grande variedade de aplicações, à crescente demanda e aos seus inúmeros benefícios. A técnica de *solution blow spraying* (SBSp) apresenta-se como um método promissor para a produção de revestimentos autolimpantes mais eficientes e com melhor viabilidade econômica. O objetivo deste capítulo foi avaliar o desempenho do SBSp na produção de revestimentos autolimpantes, definir a melhor metodologia de imobilização do fotocatalisador e avaliar o potencial de aplicação do PUA, polímero com excelente combinação de propriedades. Foram produzidos revestimentos aspergindo partículas de TiO₂: 1. misturadas na emulsão polimérica; 2. sobre o revestimento de PUA recém preparado. O estudo da degradação da cefazolina sob radiação UV realizado em meio aquoso se mostrou inviável para avaliar a atividade fotocatalítica dos revestimentos. Independentemente, foi verificado que o SBSp produziu em revestimentos uniformes, de baixa espessura e com PUA apresentando boa imobilização das partículas de fotocatalisador TiO₂.

Palavras-chave: Autolimpante. Dióxido de titânio. *Solution Blow Spraying*. Fotocatálise. Poliuretano. Acrílico.

¹ andersonlima_p@hotmail.com

² raquelscardoso@outlook.com

³ eqvsm@yahoo.com.br

⁴ esm@academico.ufpb.br

⁵ mauricio.pinheiro@unifesp.br

⁶ amelia.santos@academico.ufpb.br, Desenvolvimento de Revestimentos Poliméricos/Deposição de partículas fotocatalíticas em revestimento polimérico híbrido PMMA/PU, demat.ufpb@gmail.com.

APRESENTAÇÃO

Este capítulo refere-se às pesquisas desenvolvidas no plano de trabalho intitulado “Deposição de partículas fotocatalíticas em revestimento polimérico híbrido PMMA/PU”, vinculado ao projeto de iniciação científica (IC) intitulado “Desenvolvimento de Revestimentos Poliméricos”. Este projeto foi elaborado e orientado pela Professora Dra. Amélia Severino Ferreira e Santos e desenvolvido em colaboração com a doutoranda Raquel da Silva Cardoso, do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais da UFPB (PPCEM).

A linha de pesquisa em superfícies autolimpantes conta ainda com a colaboração do prof. Maurício Pinheiro de Oliveira do Instituto de Ciência e Tecnologia da UNIFESP, campus de São José dos Campos-SP, e dos professores Eliton Souto de Medeiros (DEMAT/UFPB) e profa. Vivian Stumpf Madeira (DEQ/UFPB). Ela foi iniciada em 2011 no projeto intitulado “Rede de Pesquisa em Catalisadores Ambientais” coordenado pelo prof. Carlos Alberto Paskocimas (DEMat/UFRN) e realizado em parceria com as profas. Fabiana Villela da Mota (DEMat/UFRN) e profa. Ieda Maria Garcia dos Santos (DQ/UFPB). Depois, em 2017 voltou-se ao desenvolvimento de superfícies autolimpantes com o doutorado supracitado e em andamento no Laboratório de Materiais e Biosistemas do DEMAT/UFPB, utilizando-se a técnica *Solution Blow Spraying* (SBSp). O trabalho parte da busca por aprimoramento da tecnologia de revestimentos autolimpantes, já amplamente conhecida. Em constante avanço, o foco atual é o desenvolvimento de técnicas de revestimento que permitam tornar autolimpantes superfícies já existentes, não limitando às tecnologias produtoras. Para isso, as condições de revestimento e imobilização das partículas fotocatalíticas são quesitos importantes para viabilizar a produção de revestimentos eficazes e acessíveis. Metodologias de revestimento que tornem viáveis sua aplicação são fundamentais, para que a tecnologia seja amplamente difundida no mercado.

Diante desse cenário, esta pesquisa teve como objetivo avaliar as condições de aspersão de revestimento polimérico híbrido a base de poliuretano e acrílico (PUA) com partículas de dióxido de titânio (TiO₂) na atividade fotocatalítica do revestimento. Para isso, foram avaliadas diferentes formas de deposição do revestimento e aspersão das partículas de TiO₂ em lâminas de vidro, através do método de *Solution Blow Spraying*

(SBSp). Foram observadas a uniformidade do revestimento sobre o substrato, buscando otimizar a deposição das partículas e sua ação fotocatalítica no revestimento. Posteriormente, foi verificada a atividade fotocatalítica dos revestimentos TiO₂-PUA resultantes das diferentes condições de aspersão.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Superfícies autolimpantes tem se tornado cada vez mais populares devido à elevada gama de aplicações, à grande versatilidade de uso nas mais diversas condições ambientais e aos benefícios associados que trazem praticidade às mais diversas situações. O setor de construção civil, em especial, tem apresentado crescente interesse no uso destes materiais, precisamente por possibilitar reduções em gastos com limpeza e manutenção de janelas e fachadas, além de despoluição de ar e ação antimicrobiana em materiais a base de cimento e revestimentos, sem afetar diretamente suas propriedades e funcionalidade (JANCZAREK *et al.*, 2022). Somado a isso, ainda reduz os custos ecológicos no setor da construção (ZAILAN *et al.*, 2022).

Apesar da busca por tecnologias autolimpantes ter se popularizado apenas nos últimos anos, essa propriedade tem inspiração na natureza, já tendo sido relatada por Ward (1952) há mais de 70 anos. A observação surge a partir do efeito lótus, baseado no comportamento da flor de lótus, considerada um exemplo de pureza na filosofia e religião budista, já que mesmo surgindo de águas barrentas, mantinha-se limpa e atraente aos olhos humanos, segundo o autor. Através de uma série de experimentos biomiméticos, as propriedades por trás do comportamento da flor de lótus foram desmistificados e deram origem à uma das frentes da tecnologia supracitada (WANG, 2023; COLLINS; SAFIUDDIN, 2022).

Dentre os revestimentos autolimpantes, há segregação entre duas classes. Na classe de revestimentos hidrofóbicos, a característica da superfície está relacionada ao elevado ângulo de contato com água (WCA), superior a 90°, impedindo acúmulo do líquido sobre o revestimento, ocasionando o rolamento do líquido que carrega consigo as impurezas presentes. Já na classe de revestimentos hidrofílicos, a premissa é a composição de fotocatalisadores, responsáveis pela oxidação e consequente destruição

dos poluentes aderidos à superfície. Devido ao WCA < 90º, a água permanece na superfície por tempo suficiente para haja ação fotocatalítica sobre os poluentes (AFSHARI; GOLSHAN; MANAVIZADEH, 2022).

Revestimentos autolimpantes fotocatalíticos

Estudos pioneiros citando o desenvolvimento de revestimentos autolimpantes com ação fotocatalítica datam a década de 1990. Paz *et al.* (1995) desenvolveram filmes fotocatalíticos de dióxido de titânio sobre substratos de vidro a partir do método sol gel. No mesmo período, Boschloo, Goossens e Schoonman (1997) prepararam filmes de TiO₂ por deposição química de vapor metalorgânica. Em ambos os estudos, o dióxido de titânio é selecionado como o agente fotocatalítico devido às elevadas propriedades encontradas no material, como: alta estabilidade química, baixo custo, atoxicidade, fotoestabilidade, elevada eficiência energética e atividade fotocatalítica e ativação por radiação UV de baixa intensidade, além de ser ambientalmente amigável (PAZ *et al.*, 1995; LIU *et al.*, 2019).

O princípio da fotocatalise heterogênea surgiu a partir da observação de moléculas orgânicas que, em contato com superfícies catalíticas e sob radiação, sofreram uma série de reações de redução e oxidação (redox). Isto resulta na degradação de poluentes tóxicos, moléculas orgânicas, hidrólise, redução de metais e remoção de gases tóxicos (OHTANI, 2014). Para que ocorra o processo de fotocatalise, é necessário que o material seja semicondutor, isto é, há um gap de energia (*band gap*) a ser vencido para que haja excitação de elétrons (KARTHIKEYAN *et al.*, 2020). E no processo de fotocatalise, um agente de extrema importância para a ocorrência do processo é a incidência de energia luminosa, a qual deve ser igual ou superior a esse *band gap*.

O processo fotocatalítico envolve três etapas principais: absorção da luz e geração de pares elétron-buraco; separação dos portadores de carga; e reações redox na superfície do semicondutor (KARTHIKEYAN *et al.*, 2020).

O TiO₂ possui, entretanto, limitações de aplicação devido ao elevado *bandgap*, de 3,2 eV, que limita sua ativação à absorção de radiação UV, que compõe apenas 4% da luz solar (DELEGAN *et al.*, 2014). Devido à baixa capacidade de absorção da maior parte da radiação do espectro de luz visível, tendo em vista as inúmeras vantagens propiciadas pelo material, é comum o uso de elementos dopantes com o intuito de reduzir o *bandgap*

do material e conseqüentemente a energia de ativação, ampliando as aplicações do material para o campo da luz visível, elevando conseqüentemente o rendimento da atividade fotocatalítica.

Dentre os diversos elementos utilizados como agente dopante, o nitrogênio apresenta excelentes resultados, sendo o mais utilizado industrialmente e tendo ainda um foco elevado em pesquisas (KATAL *et al.*, 2020). A dopagem com nitrogênio eleva de forma significativa o desempenho fotocatalítico do dióxido de titânio, reduzindo o *bandgap* e elevando o rendimento dos processos de fotocatalise. Deegan *et al.* (2014) reportou uma redução de 3,2 para 2,3 eV no *bandgap* do material, com uma dopagem de 0,4% de nitrogênio, elevando o desempenho do dióxido de titânio em 80%, comparado ao material sem dopagem, na degradação de clortetraciclina sob ação da luz solar. He *et al.* (2020) relata ainda ganhos em propriedades estruturais a partir da dopagem do TiO₂ com nitrogênio, como redução no tamanho do cristalito, estrutura mesoporosa, alta porosidade e aumento de área superficial, proporcionando maior eficiência na ação fotocatalítica do material na decomposição de toxinas de cianobactérias, sob luz UV e sob luz visível.

Técnicas de Revestimento

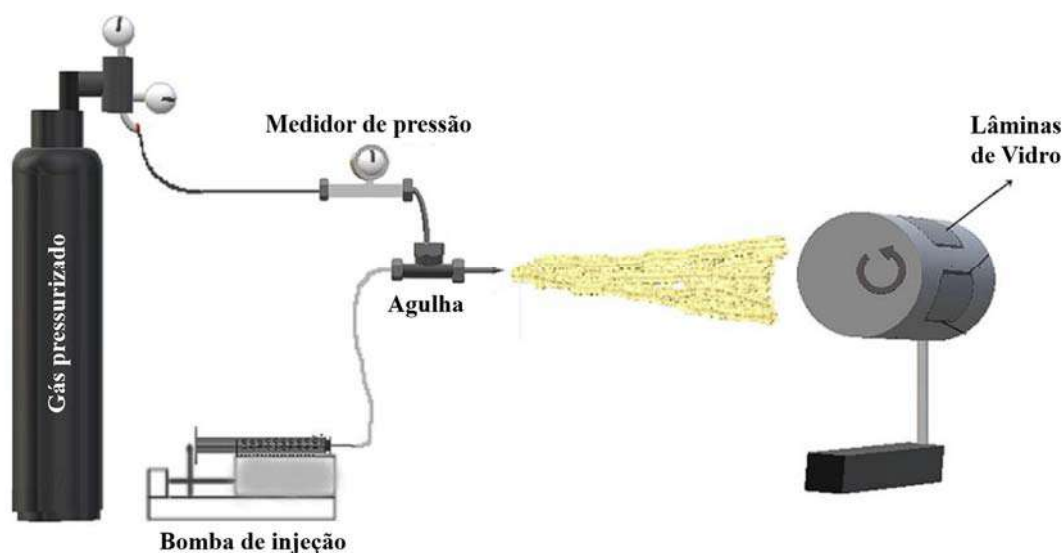
Um outro desafio atual na área de superfícies autolimpantes é a técnica de aplicação dos revestimentos. O método de aplicação apresenta grande influência nas propriedades e na eficiência dos revestimentos, além de delimitar fatores críticos ao processo, como custo, produtividade e versatilidade. As técnicas de sol-gel, *dip coating*, *spin coating*, evaporação térmica, deposição química de vapor (CVD), pulverização catódica, spray pirólise e *electrospinning*, além de litografia e serigrafia, são os métodos mais amplamente utilizados (SARKIN; EKREN; SAGLAM, 2020). Dentre estes, os métodos sol-gel e CVD são os mais populares em revestimentos, mas possuem limitações. O método CVD, por exemplo, possui restrições voltadas à temperatura, custo e complexidade do aparato necessário e necessidade de precursores voláteis a temperatura ambiente – em grande parte, tóxicos e de custo elevado – (CREIGHTON; HO, 2001). Já a qualidade de filmes produzidos pelo método sol-gel apresenta elevada sensibilidade às condições de temperatura e umidade, requerendo maiores esforços no controle do processo, além de

maior atenção à espessura do filme, devido à contração durante a secagem (MUROMACHI *et al.*, 2006).

Nesse cenário, a técnica de *Solution Blow Spinning*, reportada pela primeira vez por Medeiros *et al.* (2009), surgiu como uma alternativa promissora na formação de fibras. Trata-se de uma combinação entre os princípios por trás das técnicas de *melt blowing* e *electrospinning*, permitindo uma elevada taxa de produção de fibras, garantindo excelentes propriedades e diâmetros que vão desde micrometros a nanômetros, mantendo ainda um baixo custo. A técnica abrange uma alta variedade de polímeros e se mostra uma alternativa às técnicas já consagradas no mercado.

A partir de uma modificação dela, surge a técnica de *Solution Blow Spraying* (SBSp) (Figura 1), utilizando os mesmos princípios da deposição por spray, permitindo uma distribuição homogênea de partículas na superfície de aplicação e apresentando-se ainda como uma grande oportunidade para o segmento de superfícies autolimpantes, devido à simplicidade de operação e aos aparatos compactos, em comparação às demais técnicas.

Figura 1. Representação do sistema de pulverização de SBSp.



Fonte: FERREIRA *et al.* (2019).

Desenvolvida por Ferreira *et al.* (2019), a técnica de SBSp foi utilizada pelo autor para a aplicação de revestimentos de silicone com nanopartículas de prata. Concentrando todas as vantagens do SBS, como baixo custo do equipamento, elevada produtividade e

flexibilidade de parâmetros de processo (distância de trabalho, pressão e taxa de injeção, configuração das agulhas, velocidade de rotação etc.), o que proporciona a técnica uma maior liberdade para controlar espessura do revestimento e ancoramento e dispersão de nanopartículas na superfície externa do revestimento, potencializando as suas propriedades funcionais.

Proporcionando filmes de baixa espessura e partículas com boa dispersão e aderidas mais superficialmente ao revestimento (FERREIRA *et al.*, 2019), a técnica de *Solution Blow Spraying* se mostra com grande potencial para a produção de revestimento autolimpantes fotocatalíticos. Sun *et al.* (2020) aponta essas características como favoráveis e de grande importância para garantir elevada eficiência dos revestimentos autolimpantes, além da adesão das partículas na superfície externa do revestimento que, como apontado por Ferreira *et al.* (2019), é um dos benefícios do uso da técnica.

Materiais para revestimentos autolimpantes

Na seleção de materiais para revestimento autolimpantes fotocatalíticos, é necessário atentar-se à capacidade de imobilização das partículas do fotocatalisador. Polímeros têm sido amplamente utilizados como matrizes para imobilização de partículas de dióxido de titânio, devido às excelentes propriedades de processabilidade e ao baixo custo. A adesão entre o substrato e as partículas de dióxido de titânio é focada em adsorção física, interação eletrostática, ligações de hidrogênio e ligações químicas (LEI *et al.*, 2012), sendo esta última considerada a melhor forma de ancorar nanopartículas de TiO₂ nos substratos, mantendo alta atividade fotocatalítica em uso cíclico (Džunuzović *et al.*, 2012). Polímeros como o poliestireno (PS), poli(cloreto de vinila) (PVC), politetrafluoretileno (PTFE), poliamidas (PA), poli(dimetil siloxano) (PDMS), poliuretano (PU) e poli(metil metacrilato) (PMMA) têm bastante apelo no mercado de revestimentos autolimpantes, tendo estes últimos ganhado destaque em pesquisas, devido ao alto potencial (JEONG *et al.*, 2013; LIU, 2019).

O poli(metil metacrilato) é uma das matrizes mais utilizadas no segmento de nanocompósitos devido à elevada processabilidade e elevada transparência. Segundo Džunuzović *et al.* (2012), a incorporação de partículas de TiO₂ a uma matriz de PMMA pode causar alterações no índice de refração e o comportamento de dilatação do material, e em contrapartida suas propriedades térmicas e mecânicas e inflamabilidade podem ser

fortemente melhoradas. O poliuretano, por sua vez, é um dos polímeros mais utilizados nos mais diversos segmentos de indústrias devido às ótimas propriedades térmica e mecânicas, além de sua alta flexibilidade, resistência à tração e resistência a condições adversas de pH e temperatura, tornando-o atraente para uso industrial (AHMAD *et al.*, 2022).

Nesse contexto, o polímero híbrido Laromer® UA 9147 Aqua, desenvolvido pela Basf S.A. utilizado no presente trabalho, apresenta-se como um material de excelentes propriedades, combinando as vantagens de ambos os polímeros, poliuretano e poli(metil metacrilato). Segundo o fabricante (BASF, 2019), o híbrido poliuretano-acrílico (PUA) apresenta boa estabilidade em viscosidade na formulação de revestimentos e boa compatibilidade com outras dispersões, além de rápida liberação de água, mesmo em filmes de maior espessura. Além disso, o PUA possui elevada resistência química, alta dureza, baixa reatividade e baixo amarelamento, tornando-o um excelente candidato à produção revestimentos autolimpantes.

METODOLOGIA

O polímero utilizado para a fabricação dos revestimentos poliméricos foi o híbrido poliuretano-acrílico (PUA), Laromer® UA 9147 Aqua, doado pela Basf S.A. Trata-se de uma resina resistente a intempéries, com alta dureza e que pode ser curada por radiação UV. O fotoiniciador utilizado foi o Irgacure 2959 na concentração de 1% (m/m) em relação à massa de PUA, adquirido da Quiminutri Especialidades Químicas S.A. (Vinhedo, Brasil).

As partículas do TiO₂ comercial, Degussa-Evonik TiO₂-P25 (ou somente P25), foram obtidos junto a Sigma-Aldrich. O P25 é composto por uma mistura de, aproximadamente, 30% de fase anatase e 70% de fase rutilo, com tamanho de partícula que variam entre 25 a 50 nm e área superficial de $\approx (50 \pm 15) \text{ m}^2/\text{g}$ (BINGHAM; DAOUD, 2011; GHOSH, 2018; HENDERSON, 2011; LI; GRAY, 2007; MILLS; HUNTE, 1997). O dispersante do TiO₂, poliácido de sódio (NaPAA) da Sigma Aldrich, foi utilizado conforme recebido.

Aplicação do PUA sobre substrato

Para aplicação do PUA base aquosa, com concentração 0,42 kg/L, foram utilizadas lâminas de vidro como substrato. O revestimento foi produzido pela técnica de *Solution Blow Spraying* (SBSp) (FERREIRA; MEDEIROS; SANTOS, 2018; FERREIRA *et al.*, 2019).

A partir de estudos preliminares, definiu-se os parâmetros de operação para aplicação do revestimento, conforme descrito na Tabela 1. Esse o conjunto de parâmetros foi aquele que resultou em um revestimento mais uniforme, quando avaliado visualmente a olho nu.

Preparação dos revestimentos PUA com TiO₂

Visando compreender a influência do método de incorporação da nanopartícula de TiO₂ no revestimento, foram preparados revestimentos por diferentes mecanismos e avaliada a sua atividade fotocatalítica.

Tabela 1 - Parâmetros de SBSp utilizados para aspersão do PUA

Distância de Trabalho (cm)	Pressão de aspersão (psi)	Taxa de Injeção ($\mu\text{L min}^{-1}$)	Velocidade de Rotação (rpm)
25	60	800	1000

Fonte: o autor.

No mecanismo 1, 5% (m/m) de TiO₂ em pó, em relação a massa de PUA, foi incorporado na emulsão polimérica contendo 4% de NaPAA ($m_{\text{NaPAA}}/m_{\text{TiO}_2}$) e 1% de fotoiniciador ($m_{\text{fotoiniciador}}/m_{\text{PUA}}$); e 10 mL do compósito resultante foi aspergido sobre os substratos. Já no mecanismo 2, 10 mL da emulsão polimérica com 1% de fotoiniciador ($m_{\text{fotoiniciador}}/m_{\text{PUA}}$) foi aspergida sobre os substratos e, logo em seguida, 10 mL de suspensão aquosa de TiO₂ com 4% de NaPAA ($m_{\text{NaPAA}}/m_{\text{TiO}_2}$) e 5% (m/m) de fotocatalisador em relação a massa de PUA aspergido, foi depositado sobre o revestimento, utilizando as mesmas condições de aspersão e deixado secar a $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ por 1 semana.

Determinação da atividade fotocatalítica

Para avaliar a eficiência dos revestimentos formados, todos foram submetidos à análise da ação fotocatalítica. Como agente contaminante, foi utilizado cefazolina ($C_{14}H_{14}N_2$) e avaliada a ação de fotocatalise sobre esta.

As amostras foram submersas, individualmente, em soluções de cefazolina 10 mg/L e expostas a luz UV emitida pela lâmpada UV-A, 8W, GENERIC posicionada a 17cm acima da superfície do vidro por 3,5 dias. Durante esse tempo, alíquotas da solução foram removidas em diferentes tempos para terem suas absorbâncias verificadas por espectrofotômetro UV-VIS a fim de monitorar a degradação do contaminante pela ação fotocatalítica do revestimento. Foram avaliadas a atividade das amostras: produzidas pelas duas metodologias supramencionadas, do revestimento de PUA sem fotocatalisador, do substrato de vidro sem revestimento e da solução de cefazolina sem amostra.

As análises foram realizadas no espectrofotômetro de UV-Vis SHIMADZU-UV-2550 e visaram avaliar a redução da concentração do agente contaminante no meio exposto a radiação UV. Os espectros de UV-Vis permitem avaliar, dentre diversas propriedades, a concentração de um material no meio, através da absorbância deste, que no caso da cefazolina ocorre em $\lambda = 272$ nm. Para isso, mede-se a quantidade de luz em um determinado espectro – característico do material – absorvida pela amostra e a relaciona com a concentração do material em análise por meio de uma curva de calibração.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação visual dos revestimentos

Na Figura 2 observa-se os revestimentos formados sobre os substratos para os dois mecanismos propostos. As duas formas de revestimento mostraram-se eficazes em recobrir as placas de vidro. Foi observada a formação de revestimentos uniformes, no entanto, a amostra preparada pelo mecanismo 2 mostrou maior aglomeração das partículas sobre a superfície em relação a preparada pelo mecanismo 1. Esse comportamento se deve à melhor dispersão das partículas de P25 na solução polimérica do mecanismo 1, do que na solução aquosa com NaPAA produzida no mecanismo 2. Esse

comportamento pode estar associado à menor estabilidade da suspensão de TiO₂ em meio aquoso que na emulsão polimérica, constatada visualmente a olho nu e que pode estar relacionado entre outras variáveis com a diferença de viscosidade entre esses dois meios de dispersão.

Figura 2 - Revestimentos formados a partir dos mecanismos 1 (a) e 2 (b).



A uniformidade e a espessura de revestimentos são extremamente sensíveis ao substrato utilizado e as condições de aspersão do material. Além disso, são características essenciais para um bom desempenho fotocatalítico, pois melhoram a absorção de luz e a eficiência do processo fotocatalítico (LIN *et al.*, 2013).

Em técnicas acessíveis, como *spray coating*, o controle de uniformidade e espessura do revestimento são ainda um desafio devido ao amplo uso de sistemas manuais, que apresentam maior dificuldade quanto ao controle de parâmetros como tempo de pulverização, taxa de fluxo da solução e volume de deposição (YAO; HE, 2014).

A aplicação técnica de *Solution Blow Spraying* mostrou-se eficiente no revestimento da superfície de substratos de vidro, principalmente, quando aplicado em uma única etapa, com PUA e TiO₂ misturados. O baixo custo de processo e sua elevada versatilidade tornam a técnica atraente para aplicação com diferentes tipos de matrizes poliméricas e partículas. É necessária, porém, atenção aos parâmetros de operação e à obtenção de uma dispersão coloidal de nanopartículas estável para um correto ajuste das propriedades dos revestimentos produzidos.

Propriedades Adesivas

É de grande importância que os revestimentos apresentem boa resistência mecânica e alta adesão aos substratos, para que durante o uso, não haja desprendimento do material e perda de funcionalidade do produto. Em aplicações práticas, os revestimentos poderão ser submetidos às mais diversas condições, devido à vasta gama de aplicações.

Durante a avaliação fotocatalítica, os revestimentos apresentaram desempenho insatisfatório em relação à adesão ao substrato. Ao longo do ensaio, os revestimentos apresentaram desprendimento das placas vidro, nos dois mecanismos utilizados. O descolamento se deu de forma progressiva, à medida que o tempo de ensaio avançou.

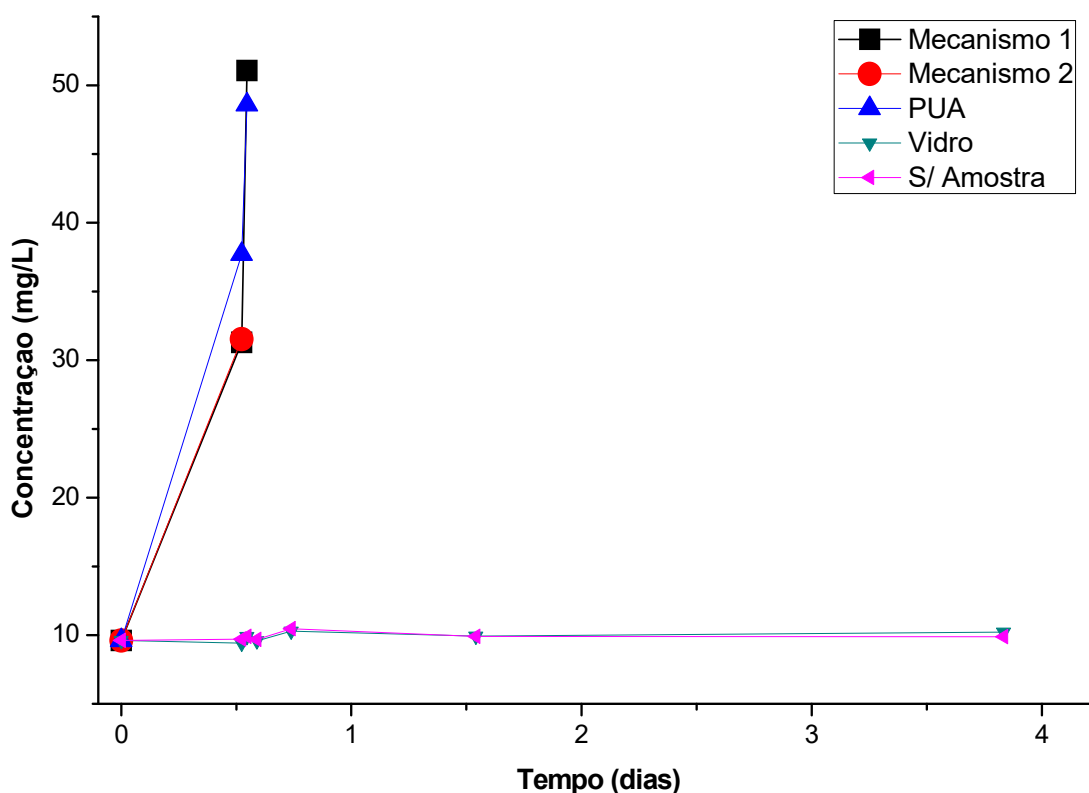
A baixa adesão, evidenciada apenas ao longo do ensaio em meio aquoso, apresenta relação com a perda de adesão entre os revestimentos e os substratos de vidro, provocada pelo meio no qual a amostra foi inserida. A justificativa desse baixo desempenho é a presença de umidade no meio. Segundo Tan *et al.* (2008a), a exposição das juntas adesivas a umidade é um dos principais fatores relacionados à baixa durabilidade para inúmeros sistemas adesivos. Em pesquisa realizada pelo autor, a elevada umidade relativa do meio foi um fator determinante para a baixa adesão do revestimento do poli(metacrilato de metila) (PMMA) à superfície do substrato de vidro, reduzindo a resistência adesiva da interface PMMA-óxido.

Tan *et al.* (2008b) aponta que existe ainda um ponto crítico de umidade relativa (HR) para cada sistema adesivo, abaixo do qual a resistência da junta não é afetada pela umidade presente no meio. O autor aponta para o sistema PMMA-vidro um HR crítico de 50%. O autor aponta ainda uma faixa de transição entre 60 e 68%, em que a HR já apresenta efeitos negativos à resistência da junta. Entretanto, para valores superiores aos 68%, como no sistema utilizado no presente trabalho – em que as amostras foram imersas em meio aquoso – há uma perda abrupta de resistência. Conforme observado, os revestimentos apresentaram total desprendimento do substrato. Logo, as condições ambientais a que os revestimentos serão expostos durante o uso apresentam influência determinante no desempenho e na durabilidade do material, e devem ser consideradas para uma adequada seleção de materiais.

Estudo fotocatalítico

A Figura 3 apresenta os espectros UV-Vis das soluções de cefazolina ao longo do ensaio de atividade fotocatalítica para os dois mecanismos de aspersão e amostras sem fotocatalisador. Como pode-se observar, não houve atividade fotocatalítica para amostras contendo vidro sem revestimento e com apenas o contaminante, como esperado. No entanto, as amostras produzidas por ambos os mecanismos apresentaram aumento de concentração, em vez de redução. Esse comportamento não era o previsto e pode ser explicado pelo desprendimento e fragmentação dos revestimentos de PUA em água, fazendo com que as partículas do fotocatalisador no polímero ficassem em suspensão na solução. No mecanismo 2, por exemplo, foi observado que, ao longo do ensaio, a concentração de cefazolina aumentou progressivamente e já nas primeiras horas de análise havia alcançado uma concentração 3 vezes maior que a concentração original da solução. Apesar das concentrações de cefazolina terem exibido aumento de concentração para as amostras revestidas, esse aumento está associado ao PUA e não ao TiO_2 , pois a amostra com PUA puro apresentou o mesmo comportamento.

Figura 3 - Curva da concentração de cefazolina versus tempo durante ação fotocatalítica sob luz UV para diferentes condições de aspersão.



Visando explicar esse comportamento inesperado, foi verificado que o polímero utilizado no revestimento, PUA, apresenta absorção de radiação ultravioleta-visível em comprimentos sobrepostos ao da cefazolina. O poli(metacrilato de metila) e o poliuretano, meros do polímero híbrido PUA, apresentam picos de absorbância em 220-270 nm (AHMED, 2009; AL-AMMAR; HASHIM; HUSAIEN, 2013; MAHMOUD RAOUF *et al.*, 2016) e 230-275nm (ZHOU *et al.*, 2005; KIM *et al.*, 2014; STROEA; CHIBAC-SCUTARU; MELINTE, 2021), respectivamente. À medida que o revestimento se desprendia do substrato e ficava em suspensão na presença de cefazolina, cujo pico de absorbância é de 272 nm, a análise de espectrofotometria UV-Vis indicava um aumento de absorbância nesse espectro e, conseqüentemente, um aumento aparente na concentração do analito.

Embora não tenha sido possível avaliar a atividade fotocatalítica dos revestimentos, seu resultado foi decorrente do desprendimento do polímero revestido e não do método em si. Logo, a técnica proposta é promissora e permite que outros sistemas de matriz polimérica sejam testados. Existem ainda outros ajustes a serem feitos quanto aos ensaios de fotodegradação dos revestimentos, como a definição de agentes contaminantes em espectros de absorbância diferentes do revestimento utilizado, alteração do tipo de substrato e/ou alteração da metodologia de análise da fotocatalise para espectrofotometria na região do UV-Vis por reflectância (TAVARES *et al.*, 2014). Um possível candidato é o azul de metileno (550-700 nm), ou ainda o alaranjado de metila (500-600 nm) (WU *et al.*, 2014).

CONCLUSÕES

A técnica de *SolutionBlow Spraying* mostrou grande potencial como alternativa aos métodos de revestimento tradicionais, produzindo revestimentos uniformes e de baixa espessura. Além disso, a técnica viabiliza a aplicação de revestimento em superfícies já existentes, apresenta baixo custo em comparação às técnicas já consagradas no mercado, e possuem elevado rendimento do processo.

A partir dos resultados obtidos, ficou evidente o potencial de desenvolvimento das tecnologias de superfícies autolimpantes. A busca por novos materiais e técnicas, além do

aperfeiçoamento das já existentes, visando elevar eficiência, praticidade e custo-benefício dos revestimentos são essenciais para o avanço do segmento.

O polímero híbrido PUA utilizado apresenta-se como um candidato forte para a aplicação de revestimentos autolimpantes, pois desempenha boa imobilização das partículas de fotocatalisadores, além de ótimas propriedades de viscosidade, dureza, transparência e baixo amarelamento. Entretanto, é necessário atentar-se às condições ambientais que o revestimento será exposto em uso, ao tipo de substrato, à estabilidade da dispersão coloidal das nanopartículas e ao método de deposição, de modo a otimizar o desempenho fotocatalítico e sua durabilidade. Neste ponto, para substratos de vidro, são válidos ainda tratamentos superficiais prévios e acessíveis para otimizar a adesão do revestimento.

Perspectivas

A técnica e os materiais propostos, como visto, possuem grande potencial e abrem oportunidades para aperfeiçoamento do método. São metodologias recentes e demandam ainda estudos para desenvolvimento tecnológico e melhor compreensão do comportamento em diferentes situações.

Surge aqui a demanda de avaliar tratamentos superficiais igualmente versáteis e acessíveis, que possibilitem aplicação em revestimentos já existentes, aliando baixo custo e alto rendimento para manutenção das vantagens já encontradas. Além disso, uma melhor compreensão da influência do meio na adesão interfacial do revestimento com o substrato, a obtenção de dispersões coloidais estáveis e a maximização da acessibilidade do fotocatalisador ao meio são fatores chave para aumentar a gama de aplicações e o desempenho do revestimento e das tecnologias propostas.

REFERÊNCIAS

AFSHARI, F.; BAFGHI, Z. G.; MANAVIZADEH, N. Unsophisticated one-step synthesis super hydrophilic self-cleaning coating based on ZnO nanosheets. **Applied Physics A**, v. 128, n. 1, p. 75, 2022.

AHMAD *et al.* Novel antibacterial polyurethane and cellulose acetate mixed matrix membrane modified with functionalized TiO₂ nanoparticles for water treatment applications. **Chemosphere**, v. 301, p. 134711, 2022.

AHMED, R. M. Optical study on poly (methyl methacrylate) / poly (vinyl acetate) blends. **International Journal of photoenergy**, v. 2009, 2009.

AL-AMMAR, K.; HASHIM, A.; HUSAIEN, M. Synthesis and study of optical properties of (PMMA-CrCl₂) composites. **Chem. Mater. Eng**, v. 1, n. 3, p. 85-87, 2013.

ANDERSON, A. L.; BINIONS, R. The effect of Brij® surfactants in sol-gel processing for the production of TiO₂ thin films. **Polyhedron**, v. 85, p. 83-92, 2015.

BASF S.A. We create chemistry that makes coatings love resins and additives. 2019. Disponivel em: www.basf.com/resins.

BINGHAM, S.; DAOUD, W. A. Recent advances in making nano-sized TiO₂ visible-light active through rare-earth metal doping. **J. Mater. Chem.**, v. 21, n. 7, p. 2041–2050, 2011.

BOSCHLOO, G. K.; GOOSSENS, A.; SCHOONMAN, J. Photoelectrochemical study of thin anatase TiO₂ films prepared by metallorganic chemical vapor deposition. **Journal of the Electrochemical Society**, v. 144, n. 4, p. 1311, 1997.

COLLINS, C. M.; SAFIUDDIN, Md. Lotus-leaf-inspired biomimetic coatings: different types, key properties, and applications in infrastructures. **Infrastructures**, v. 7, n. 4, p. 46, 2022.

CREIGHTON, J. R.; HO, P. Introduction to chemical vapor deposition (CVD). **Chemical vapor deposition**, v. 2, p. 1-22, 2001.

DELEGAN *et al.* Bandgap tailoring of in-situ nitrogen-doped TiO₂ sputtered films intended for electrophotocatalytic applications under solar light, **Journal of Applied Physics**, v. 116, n. 15, 2014.

FERREIRA *et al.* Antimicrobial coatings based on poly(dimethyl siloxane) and silver nanoparticles by solution blow spraying. **Progress in Organic Coatings**, v. 133, n. February, p. 19–26, 2019.

FERREIRA, T. P. M; MEDEIROS, E. S.; SANTOS, A. S. F. **Revestimentos poliméricos com ação antimicrobiana**. UFPB. Patente no. BR 10 2018 076671 6, 2018.

GHOSH, S. (ED.). **Visible-Light-Active Photocatalysis: Nanostructured Catalyst Design, Mechanisms and Applications**. Wiley-VCH ed. [s.l: s.n.].

HE *et al.* Photocatalytic degradation of microcystin-LR by modified TiO₂ photocatalysis: A review. **Science of The Total Environment**, v. 743, p. 140694, 2020.

HENDERSON, M. A. A surface science perspective on TiO₂ photocatalysis. **Surface Science Reports**, v. 66, n. 6–7, p. 185–297, 2011.

JEONG *et al.* Super-hydrophobicity of PMMA and PDMS surfaces structured by femtosecond laser pulses, **Micromachining and Microfabrication Process Technology XVIII**, v. 8612, p. 86120M, 2013.

KARTHIKEYAN *et al.* Recent advances in semiconductor metal oxides with enhanced methods for solar photocatalytic applications. **Journal of Alloys and Compounds**, v. 828, p. 154281, 2020.

KATAL *et al.* A review on the synthesis of the various types of anatase TiO₂ facets and their applications for photocatalysis. **Chemical Engineering Journal**, v. 384, p. 123384, 2020.

KIM *et al.* Fabrication of multifunctional TiO₂-fly ash/polyurethane nanocomposite membrane via electrospinning. **Ceramics International**, v. 40, n. 2, p. 3023-3029, 2014.

LEI *et al.* Immobilization of TiO₂ nanoparticles in polymeric substrates by chemical bonding for multi-cycle photodegradation of organic pollutants. **Journal of Hazardous Materials**, v. 227-228, p. 185-194, 2012.

LI, G.; GRAY, K. A. The solid-solid interface: Explaining the high and unique photocatalytic reactivity of TiO₂-based nanocomposite materials. **Chemical Physics**, v. 339, n. 1-3, p. 173-187, 2007.

LIN *et al.* Fabrication of antireflective nanostructures for crystalline silicon solar cells by reactive ion etching. **Thin Solid Films**, v. 529, p. 138-142, 2013.

LIU *et al.* Optimizing Hydrophobicity and Photocatalytic Activity of PDMS-Coated Titanium Dioxide, **ACS Applied Materials and Interfaces**, v. 11, n. 30, p. 27422-27425, 2019.

MAHMOOD *et al.* Transparent blend of poly (methyl methacrylate)/cellulose acetate butyrate for the protection from ultraviolet. **Polymers**, v. 8, n. 4, p. 128, 2016.

MEDEIROS *et al.* Solution blow spinning: A new method to produce micro-and nanofibers from polymer solutions. **Journal of applied polymer science**, v. 113, n. 4, p. 2322-2330, 2009.

MILLS, A.; HUNTE, S. L. An overview of semiconductor photocatalysis. **Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry**, p. 1-35, 1997.

MUROMACHI *et al.* Application of functional coatings by sol-gel method. **Journal of sol-gel science and technology**, v. 40, p. 267-272, 2006.

PAZ *et al.* Photooxidative self-cleaning transparent titanium dioxide films on glass. **Journal of materials research**, v. 10, n. 11, p. 2842-2848, 1995.

SARKIN, A. S.; EKREN, N.; SAĞLAM, Ş. A review of anti-reflection and self-cleaning coatings on photovoltaic panels. **Solar energy**, v. 199, p. 63-73, 2020.

STROEA, L.; CHIBAC-SCUTARU, A. L.; MELINTE, V. Aliphatic polyurethane elastomers quaternized with silane-functionalized TiO₂ nanoparticles with UV-shielding features. **Polymers**, v. 13, n. 8, p. 1318, 2021.

TAN *et al.* Fundamentals of adhesion failure for a model adhesive (PMMA/Glass) joint in humid environments. **The Journal of Adhesion**, v. 84, n. 4, p. 339-367, 2008a.

TAN *et al.* On the origins of sudden adhesion loss at a critical relative humidity: examination of bulk and interfacial contributions. **Langmuir**, v. 24, n. 17, p. 9189-9193, 2008b.

WARD, W. E. The lotus symbol: its meaning in Buddhist art and philosophy. **The Journal of Aesthetics and Art Criticism**, v. 11, n. 2, p. 135-146, 1952.

WU *et al.* Surface-enhanced Raman scattering substrate based on a Ag coated monolayer array of SiO₂ spheres for organic dye detection. **RSC Advances**, v. 4, n. 20, p. 10043-10050, 2014.

YAO, LIN; HE, JUNHUI. Recent progress in antireflection and self-cleaning technology—From surface engineering to functional surfaces. **Progress in Materials Science**, v. 61, p. 94-143, 2014.

ZAILAN *et al.* Potential Applications of Geopolymer Cement-Based Composite as Self-Cleaning Coating: A Review. **Coatings**, v. 12, n. 2, p. 133, 2022.

ZHOU *et al.* Dispersion and UV-VIS Properties of Nanoparticles in Coatings. **Journal of dispersion science and technology**, v. 25, n. 4, p. 417-433, 2005.

FORMULAÇÃO DE FLUIDO DE PERFURAÇÃO DE PETRÓLEO A PARTIR DE SISTEMAS MICROEMULSIONADOS UTILIZANDO TENSOATIVOS IÔNICOS OU NÃO IÔNICOS

Giovanna Laís Rodrigues Leal¹ Fabíola Dias da Silva Curbelo²

RESUMO

O presente capítulo teve como objetivo o desenvolvimento de fluidos de perfuração a partir de microemulsões compostas por tensoativos biodegradáveis, óleos vegetais e solução aquosa de glicerina (1:1 em volume). Para isto, foram construídos diagramas ternários e, posteriormente, selecionados os pontos das microemulsões que seriam aditivadas para obtenção dos fluidos de perfuração. Após a realização dos testes, os resultados obtidos mostraram que os rebocos formados foram finos e de baixa permeabilidade, fatores extremamente importantes para completação bem-sucedida de um poço. Além disso, os resultados de volume de filtrado e os parâmetros reológicos mostraram que os fluidos atendem à norma Petrobras N-2604, sendo o fluido formulado com o tensoativo NP150 o que apresentou melhores resultados. Desta forma, tendo em vista a crescente busca por fluidos de perfuração ecologicamente aceitáveis e de baixo custo, pode-se afirmar que, os fluidos formulados neste trabalho se apresentaram como alternativas viáveis para utilização em poços de petróleo.

Palavras-chave: Microemulsões. Fluido de perfuração. Reboco. Volume de Filtrado.

¹ Estudante de Iniciação Científica: Giovanna Laís Rodrigues Leal (e-mail: giovannalais1998@hotmail.com, telefone: (81) 996532694). Instituição de vínculo da bolsa: UFPB/CNPq

² Orientador: Fabíola Dias da Silva Curbelo (e-mail: fabioladias@yahoo.com, telefone: (83) 996138786)
Título do Projeto de Pesquisa / Plano de Trabalho: Desenvolvimento de Fluidos de Perfuração a Base de Sistemas Microemulsionados para Aplicação em Perfuração de Poços de Petróleo / Formulação de Fluido de Perfuração de Petróleo a partir de Sistemas Microemulsionados Utilizando Tensoativos Iônicos ou Não Iônicos.

APRESENTAÇÃO

Este capítulo é o resultado do desenvolvimento do plano de pesquisa intitulado “Formulação de Fluido de Perfuração de Petróleo a partir de Sistemas Microemulsionados Utilizando Tensoativos Iônicos ou Não Iônicos”. Tal pesquisa esteve vinculada ao projeto de Iniciação Científica cujo título é “Desenvolvimento de Fluidos de Perfuração a Base de Sistemas Microemulsionados para Aplicação em Perfuração de Poços de Petróleo”, que tem como objetivo o desenvolvimento de fluidos de perfuração ambientalmente corretos e de baixo custo. O projeto foi orientado pela professora Dra. Fabíola Dias da Silva Curbelo, no período de setembro de 2021 a agosto de 2022.

Na perfuração de poços para extração de petróleo e gás, são utilizados fluidos de perfuração compostos por diversos produtos químicos com finalidades específicas em função das características de cada poço. O aumento da preocupação com possíveis danos ambientais levou a indústria do petróleo a trabalhar com composições de fluidos de perfuração ambientalmente seguros e que, ao mesmo tempo, apresentem desempenhos semelhantes aos fluidos anteriormente usados à base de óleo diesel (TERAMOTO *et al.*, 2014). Os fluidos microemulsionados surgem como alternativa viável por possuir alta lubricidade, estabilidade, baixo custo e formação de um reboco fino, características que são agregadas pela microemulsão.

Os sistemas microemulsionados são constituídos por uma fase aquosa, uma fase oleosa, um tensoativo e, às vezes, um cotensoativo. São reconhecidos por serem sistemas termodinamicamente estáveis e de fácil preparo que apresentam vantagens de estabilidade em uma ampla faixa de condições salinas, resistência a corrosão, boas características de lubricidade, força gel, formação de reboco pouco permeável e fino, baixa tensão interfacial e alta detergência. (DONG *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2020; WANDERLEY NETO *et al.*, 2020).

O fluido de perfuração, utilizado na construção de poços de petróleo e comumente conhecidos como “lama de perfuração”, é o único componente que permanece em contato com o reservatório durante toda a operação de estruturação do poço. O sistema fluido é desenvolvido para atuar de forma eficiente em função das características esperadas para cada intervalo de formação. Segundo Vryzas e Kelessidis (2017) o transporte é realizado pelo espaço anular formado entre a coluna de perfuração e as paredes do poço, os

cascalhos gerados durante a perfuração são levados para a superfície, onde haverá a separação, em seguida, com a ajuda de bombas, o fluido retorna para a operação de perfuração.

Conforme Azevedo (2016), as propriedades dos fluidos podem ser classificadas em físicas e químicas. As primeiras, são propriedades medidas em qualquer tipo de fluido, já as segundas, são utilizadas com o objetivo de diferenciar alguns tipos de fluidos. Os fluidos exercem, devidamente, suas funções quando suas propriedades físicas e químicas são ajustadas para cada tipo de situação desejada. As propriedades físicas mais importantes e, frequentemente, medidas nas sondas são: densidade, parâmetros reológicos, forças géis (inicial e final), parâmetros de filtração e teor de sólidos. As propriedades químicas mais frequentemente determinadas nos laboratórios das sondas são: pH, teores de cloreto, de bentonita e alcalinidade (THOMAS, 2004).

A propriedade de filtração requerida de um fluido de perfuração é para a obtenção de um reboco com uma permeabilidade adequada. Ao entrar em contato com a rocha, o fluido de perfuração invade a formação e as partículas sólidas em suspensão, presentes no fluido, se aderem à superfície da rocha, criando um filme de baixa permeabilidade, necessário para reduzir a perda do filtrado (Ba Geri *et al.*, 2017). Este filme é denominado de reboco e deve ser removido antes da cimentação, pois pode haver incompatibilidade dele com a pasta de cimento, o que resulta na diminuição do poder de hidratação deste, causando perda das forças de compressão, baixo cisalhamento e baixo poder de pega (Li *et al.*, 2015).

A perda de filtrado do fluido de perfuração é uma das principais razões da formação de trincas e instabilidade do poço. É por isso que diferentes métodos se aplicam ao endurecimento das paredes do poço. Vários materiais dispersivos são geralmente usados como agentes de enchimento que podem penetrar na formação e selá-la (MINAKOV *et al.*, 2019).

O estudo reológico também é de grande importância, pois através dele é possível determinar como o fluido escoará sobre variadas condições de temperatura, pressão e taxa de cisalhamento. No campo, as principais propriedades reológicas de interesse que se encontram vinculadas ao desempenho do fluido são: índice de comportamento; índice de consistência; viscosidade aparente; viscosidade plástica; limite de escoamento e força gel (THOMAS, 2004).

O fluido de perfuração é uma parte essencial do sistema de perfuração rotativo. A maioria dos problemas encontrados durante a perfuração de um poço estão direta ou indiretamente relacionados ao fluido. O custo do fluido de perfuração em si não é muito alto, no entanto, o custo aumenta abruptamente de acordo com a escolha certa e para manter a quantidade e qualidade adequadas de fluido durante as operações de perfuração. A seleção, as propriedades e a qualidade corretas do fluido estão diretamente relacionadas a alguns dos problemas de perfuração mais comuns, como baixa taxa de penetração, aprisionamento de coluna de perfuração, perda de circulação, entre outros (Hossain e Islam, 2018).

Desta forma, este trabalho visa desenvolver e estudar fluidos de perfuração utilizando microemulsões óleo em água (O/A) que apresentem propriedades adequadas para aplicação em perfuração de poços de petróleo, obedecendo à norma Petrobras N-2604. Para isto, foram realizados o ensaio reológico e o volume de filtrado para cada fluido. Os fluidos foram formulados reduzindo as proporções de fase oleosa e tensoativo, tornando-os mais sustentáveis e econômicos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os fluidos de perfuração são misturas complexas de sólidos, líquidos e, por vezes, até gases. São tradicionalmente classificados, de acordo com seu constituinte principal, em fluidos à base de gás, à base de óleo e à base de água. A utilização de um ou outro tipo de fluido depende da profundidade do poço e do tipo de formação a ser perfurada (THOMAS, 2004). Os fluidos à base de água são os mais utilizados na maioria das perfurações em todo mundo, por serem considerados ecologicamente seguros, biodegradáveis, apresentarem baixa toxicidade e baixa bioacumulação (AMORIM *et al.*, 2005).

Os fluidos de perfuração consistem em uma fase dispersante e uma fase dispersa. Os fluidos são classificados de acordo com a fase dispersante e pode ser base água, óleo ou gás. Eles têm um papel importante na perfuração e o seu desempenho está diretamente ligado as suas propriedades. Os aditivos são empregados na composição do fluido para

fornecer estas propriedades, que são essenciais, e proporcionar, ao mesmo tempo, condições de garantir uma perfuração segura e de qualidade (MELO, 2008).

Segundo Duarte (2004), a problemática de instabilidade de poços de petróleo é fortemente relacionada ao tipo de fluido de perfuração escolhido, influenciando nos custos e tempo de operação. Para desempenhar suas funções fundamentais, os fluidos de perfuração devem possuir várias características desejáveis, o que aumenta muito a eficiência da operação de perfuração. Tais características, segundo Melbounci e Sau (2008), incluem propriedades reológicas desejadas, prevenção de perda de fluidos, estabilidade sob várias condições operacionais de temperatura e pressão e estabilidade contra fluidos contaminantes.

Um bom desempenho na perfuração de poços de petróleo depende do bom desempenho do fluido de perfuração utilizado na operação. De acordo com Abdou et al. (2018) os fluidos de perfuração devem ser especificados de maneira a permitir uma perfuração rápida e segura, sendo necessário que o fluido apresente: estabilidade química; estabilidade mecânica nas paredes do poço; facilidade de separação dos cascalhos na superfície; não causar danos a formação, ser bombeável, ser de fácil tratamento físico e químico; expressar baixo poder de corrosão e abrasão a superfícies metálicas e facilitar a interpretação geológica da rocha cortada.

As microemulsões têm sido uma excelente alternativa na área dos fluidos de perfuração. Elas diferem das emulsões por seu tamanho estrutural e por sua estabilidade termodinâmica, estabilizando e proporcionando longevidade a sistemas de misturas do tipo óleo/água. Estudos mostraram que fluidos cuja composição contém microemulsão apresentam vantagens em relação aos fluidos aquosos comuns, como: menor perda de circulação, aumento das taxas de perfuração e da vida útil da broca, lubrificação mais eficiente da coluna de perfuração, além da redução dos custos globais da perfuração (GONÇALVES, 2018).

Curbelo *et al.* (2021) mostram que os sistemas base microemulsão estão sendo usados com mais frequência em vários processos industriais, devido, entre outros fatores, à sua solubilidade em substâncias polares e apolares, estabilidade termodinâmica, e capacidade de reduzir a tensão interfacial.

Sagir *et al.* (2020), entre outros autores, aponta que o maior e mais complexo uso de tensoativos no campo de petróleo está nos fluidos de perfuração. Os tensoativos atuam

como thinners, emulsificantes, lubrificantes, espumantes, antiespumantes e inibidores de corrosão.

Em operações de perfuração, o termo reologia se refere à relação da tensão e taxa de cisalhamento do fluido de perfuração. Geralmente, as propriedades reológicas são usadas para projetar e avaliar a hidráulica do poço e avaliar o desempenho dos fluidos de perfuração. Os modelos reológicos são ferramentas úteis para descrever matematicamente a relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de cisalhamento de um determinado fluido (GUO e LIU, 2011; MUHEREI, 2016; GAUTAM e GURIA, 2020). Segundo Cunha Filho (2015), dentre os parâmetros comumente medidos nas sondas, destacam-se o índice de comportamento, o índice de consistência, a viscosidade aparente, a viscosidade plástica, o limite de escoamento e a força gel.

Os modelos de fluidos não newtonianos mais apresentados na literatura são: o modelo de Ostwald de Waale ou power –law (lei de potências), modelo de Bingham que por ser um modelo linear e o modelo Herschel-Bulkley (BICALHO et al., 2017).

Os fluidos devem ser formulados para obstruir o mais rápido possível as formações permeáveis. Conforme Ba Geri et al. (2017), é determinante que o fluido tenha uma fração razoável de partículas com diâmetros adequados às dimensões dos poros das rochas expostas. Quando existem partículas sólidas com dimensões adequadas, a obstrução dos poros é rápida e somente a fase líquida do fluido, chamada de filtrado, invade a rocha, consolidando a formação geológica, estabilizando o poço e reduzindo a perda do filtrado para a formação rochosa.

A filtração do fluido de perfuração ocorre sob o efeito da pressão diferencial (diferença entre a pressão do fluido e a da formação) quando o fluido está em contato com uma parede porosa e permeável. Quando a pressão do poço é maior do que a da formação, o filtrado do fluido de perfuração entra na formação enquanto os sólidos do fluido são depositados (reboco) (Caenn, Darley e Gray, 2017).

A formação de um reboco fino, de baixa permeabilidade e alta resistência é um método eficaz para controlar a invasão de partículas e filtrações nas formações do poço (REN et al., 2015; BA GERI et al., 2017). Se a torta é impermeável, sua espessura irá aumentar, o que implica no decréscimo do diâmetro do poço, aumento da pressão do mesmo e prejuízos para a perfuração. (SHIROMA, 2012). Assim, o filtrado e a espessura

do reboco são dois parâmetros medidos rotineiramente para definir o comportamento do fluido quanto à filtração.

As propriedades de filtração dos fluidos de perfuração devem ser avaliadas e monitoradas por testes recomendados pela API (API Recommended Practice 13B, 1978). Estes são testes em regime estático usando um filtro prensa padronizado e servem como um indicativo da taxa na qual formações permeáveis são seladas pela deposição do reboco após serem penetradas pela broca de perfuração. Essas medições podem ser feitas em condições de alta pressão e alta temperatura (APAT), ou baixa pressão e baixa temperatura (BPBT), na qual se utiliza uma pressão de 100 psi a temperatura de 28 °C.

METODOLOGIA

Inicialmente, foram elaborados dois diagramas ternários utilizando uma solução aquosa de glicerina 1:1; óleo de pinho; e variando os tensoativos, que foram os nonilfenoletoxilados (NP 100 e NP 150). Os diagramas foram obtidos por titulação, onde o tensoativo é adicionado a uma mistura de fase aquosa e fase oleosa com composição mássica conhecida até a formação de uma única fase límpida, caracterizando a microemulsão.

A titulação consiste em fixar a proporção de 2 componentes do diagrama, como por exemplo, o lado binário tensoativo/fase oleosa, e titular com o terceiro componente, a fase aquosa. A titulação ocorre até que seja possível verificar a solubilidade da mistura ternária em toda a região do diagrama, observando a formação ou desaparecimento da região de microemulsão (sistema monofásico), ou de outras fases do sistema. A observação visual das propriedades macroscópicas das amostras, como número de fases e estado físico, possibilita a determinação dos limites entre microemulsão e regiões de duas e três fases. Nestes experimentos foram utilizados uma centrífuga para separação das fases, uma balança analítica e agitadores magnéticos para mistura dos componentes. A temperatura dos experimentos foi de aproximadamente 28 °C. A Figura 1 mostra o esquema de preparação das microemulsões.

Figura 1 - Esquema de preparação das microemulsões.



Fonte: Autora.

Após a elaboração dos diagramas, escolhe-se os pontos ternários para formulação dos fluidos de perfuração. Os fluidos foram preparados a partir de 350 g de microemulsão, acrescentando, aleatoriamente, os aditivos sob agitação constante em agitador Hamilton Beach, mantendo um intervalo de 8 minutos entre cada adição. Foram formulados seis fluidos de perfuração.

A microemulsão é composta por 40 % de tensoativo, 55 % de solução de glicerina e 5 % de óleo de pinho. A composição da microemulsão foi escolhida observando os limites da região de microemulsão e minimizando a quantidade de tensoativo, composto de maior custo.

A Tabela 1 apresenta os aditivos utilizados e suas respectivas funções e a Tabela 2 apresenta a formulação dos fluidos.

Tabela 1 – Quantidades e funções dos aditivos na preparação do fluido de perfuração.

Aditivo	Função
Soda cáustica	Ajustar pH
HP-amido	Redutor de filtrado
Goma Xantana	Agente viscosificante
Baritina	Adensante
Água	Reduzir a viscosidade

Fonte: Autora.

Tabela 2 – Formulação dos fluidos de perfuração (em gramas).

Componentes	FP1	FP2
Solução de glicerina	192,5	192,5
Óleo de pinho	17,5	17,5
NP 100	140,0	-
NP 150	-	140,0
Soda caústica	0,3	0,3
HP-amido	1,2	1,2
Goma Xantana	1,4	1,4
Baritina	58,3	58,3
Água	420,0	250,0

Fonte: Autora.

A massa específica do fluido de perfuração foi determinada em uma balança de lama Fann, Modelo 140 (Figura 2). A medida foi obtida através do deslocamento de uma peça móvel, a fim de equilibrar a balança, tendo como referência um nível de bolha. A massa específica foi então obtida na marcação onde a peça móvel equilibrou o conjunto.

Figura 2 – Balança de lama.



Fonte: Autora.

O ensaio de volume de filtrado foi realizado para estimar a quantidade líquida do fluido que passa para as formações adjacentes, sendo determinado em Filtro Prensa API pressurizado (Figura 3), de acordo com a norma API RP 13B-1. O fluido, previamente agitado, é submetido a uma pressão de 100 psi, com ar comprimido à temperatura de 26 °C, por 30 minutos. O filtrado foi coletado em uma proveta, sendo possível determinar a variação do seu volume com o tempo.

Figura 3 – Filtro Prensa API Pressurizado.

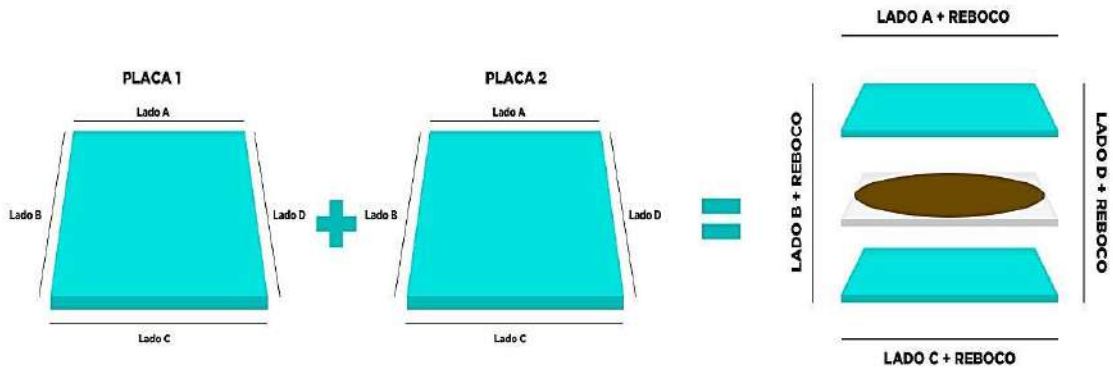


Fonte: Autora.

Após o ensaio de volume de filtrado é realizado a medição da espessura do reboco formado, o procedimento utilizado está representado na Figura 4 e foi desenvolvido por Farias *et al.* (2009). Inicialmente, coloca-se o papel de filtro com o reboco entre duas placas de vidro e, com o auxílio de um paquímetro, realiza-se oito medições, sendo duas medidas para cada lado da placa. Desta forma, calcula-se a média de cada lado e, em seguida, os valores são subtraídos da espessura total das duas placas. Com isto, é possível determinar a espessura média do reboco formado.

As espessuras de cada lado da placa de vidro são 8,07 mm (lado A); 8,06 mm (lado B); 8,04 mm (lado C) e 8,06 mm (lado D).

Figura 4 - Esquema do procedimento de determinação de espessura.



Fonte: Autora.

O cálculo da permeabilidade do reboco foi feito com a equação de Darcy (FOUST *et al.*, 1982) para as condições de 100 psi e 30 minutos, resultando na Equação 6. Esta equação associa o volume de filtrado, a viscosidade e a espessura do reboco formado.

Aplicando a lei de Darcy para fluxo axial, tem-se que:

$$q = \frac{K \cdot A \cdot \Delta P}{\mu \cdot \varepsilon} \quad (1)$$

Onde q é a vazão em cm^3/s , K é a permeabilidade em Darcy, A é a área de filtração em cm^2 , ΔP é a pressão exercida em atm, μ é a viscosidade do fluido em cP e ε é a espessura do reboco em cm.

Considerando que o reboco é praticamente incompressível e que o fluido não sedimenta naturalmente, faz-se uma aproximação em que o reboco formado e o volume de filtrado são proporcionais, ou seja:

$$Q_r = C \cdot Q_f \quad (2)$$

Onde Q_r é o volume do reboco, Q_f é o volume do filtrado e C é a constante de proporcionalidade.

Relacionando o volume do reboco com a sua área e espessura, tem-se que:

$$Q_r = \varepsilon * A \quad (3)$$

Igualando as equações 2 e 3, isola-se ε e substitui na equação 1, aplicando o conceito de vazão ($q=dQ/dt$), obtém-se:

$$\frac{dQ_f}{dt} = \frac{K * A * \Delta P}{\mu * \left(\frac{C * Q_f}{A}\right)} \quad (4)$$

Integrando a equação 4, tem-se que:

$$K = \frac{Q_f * \mu * \varepsilon}{2 * A * \Delta P * t} \quad (5)$$

Aplicando as condições padronizadas do teste de filtração API-LTLP (baixa temperatura e baixa pressão), a equação 5 torna-se:

$$K = Q_f * \varepsilon * \mu * 8.95 * 10^{-5} \quad (6)$$

Sendo K a permeabilidade do reboco (mD), Q_f o volume de filtrado (cm^3), ε a espessura do reboco formado (mm) e μ a viscosidade do filtrado (cP).

A metodologia utilizada para análise reológica foi baseada na Norma API 13B (2012) e realizada em viscosímetro Fann 35A (Figura 5). As leituras foram efetuadas para as seguintes velocidades rotacionais, 600, 300, 200, 100, 6 e 3 rpm, permanecendo o fluido 1 min em cada velocidade para, em seguida, ser feita a leitura da deflexão.

Para a determinação das forças géis, é colocado uma rotação de 600 rpm no viscosímetro durante 1 min, então muda-se para 3 rpm e desliga-o. Espera-se o tempo de repouso indicado para cada uma das forças géis e, em seguida, o viscosímetro é ligado e é feita a leitura da máxima deflexão. Para o gel inicial, o tempo de repouso é de 10 s e para o gel final, é de 10 min.

Figura 5 – Viscosímetro Fann 35A



Fonte: Autora.

As propriedades reológicas foram determinadas de acordo com a norma API RP 13B-1, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 – Propriedades reológicas.

Propriedades	Equação	Unidade
Viscosidade aparente	$L600/2$	cP
Viscosidade plastica (VP)	$L600 - L300$	cP
Gel inicial (G_0)	L3 após 10 segundos	lbf/100ft ²
Gel inicial (G_f)	L3 após 10 minutos	lbf/100ft ²

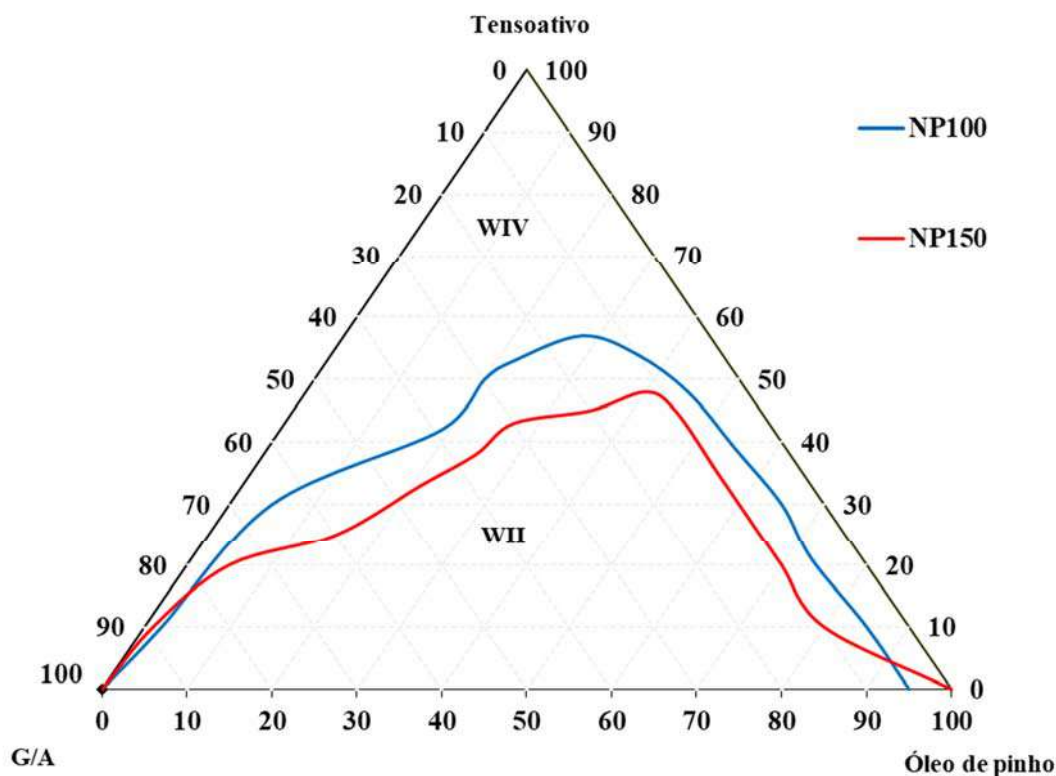
Fonte: Autora.

Já a reologia dos filtrados obtidos foram realizadas no reômetro Brookfield DVIII Ultra, utilizando o spindle CPE52. O reômetro foi acoplado a um banho termostático e a um computador, controlados pelo software Rheocalc 32, sendo possível mensurar a viscosidade, tensão de cisalhamento e taxa de deformação dos filtrados nas temperaturas de 30 °C e 55 °C.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 6 apresenta os diagramas ternários obtidos a partir dos sistemas compostos por tensoativo (NP100/ NP150), óleo de pinho e solução de glicerina. A área acima das curvas corresponde à região de Winsor IV, caracterizada pela presença de uma única fase. Dentro dessa região foi escolhido o ponto de microemulsão que é composto por 40% tensoativo, 55% fase aquosa e 5% fase oleosa. Este ponto foi utilizado como base para formulação dos fluidos de perfuração.

Figura 6 - Diagrama referente aos sistemas NP100 e NP150.



Fonte: Autora.

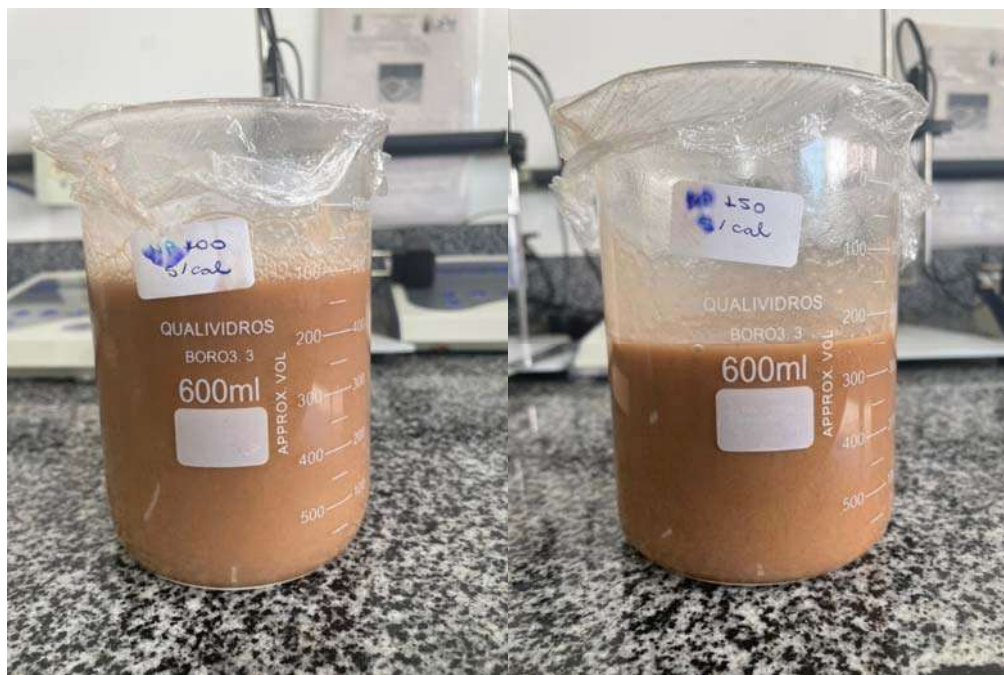
A diferença observada nas regiões de microemulsão (Winsor IV) dos tensoativos da linha Ultranex NP pode ser explicada através do balanço hidrofílico-lipofílico (BHL) que, segundo Conde (2003), é um número que expressa a relação entre o grupo hidrofílico (afinidade com água ou polar) e o grupo lipofílico (afinidade com outros solutos ou

apolar). Estes valores de BHL são expressos em uma escala de 0 a 20, onde os baixos 34 valores indicam maior solubilidade em fase orgânica e altos valores indicam maior solubilidade em fase aquosa.

Os tensoativos da linha Ultranex NP resultam da reação de nonilfenol com óxido de eteno, sendo a parte hidrofóbica proveniente do nonilfenol e a parte hidrofílica proveniente da cadeia de óxido de eteno. Desta forma, quanto maior o número de óxido de eteno na molécula maior será sua solubilidade em fase aquosa. Sendo assim, como esperado, o NP150 (BHL 15,0) apresentou maior solubilidade na fase aquosa do que o NP100 (BHL 13,3), favorecendo a formação de microemulsões óleo em água (O/A) e apresentando maior região de microemulsão.

Os fluidos formulados neste trabalho, conforme a metodologia apresentada, estão expostos na Figura 7 e apresentaram caráter homogêneo.

Figura 7 – FP1 (NP100) e FP2 (NP150), respectivamente.



Fonte: Autora.

A Tabela 4 apresenta as massas específicas dos fluidos. Estes valores foram obtidos através da balança de lama e atendem à norma Petrobras N-2604 (1998), que limita esses

valores à faixa de 1 a 2 g/cm³. Estes números servem apenas como parâmetros de controle, e serão modificados de acordo com o tipo de formação a ser perfurada.

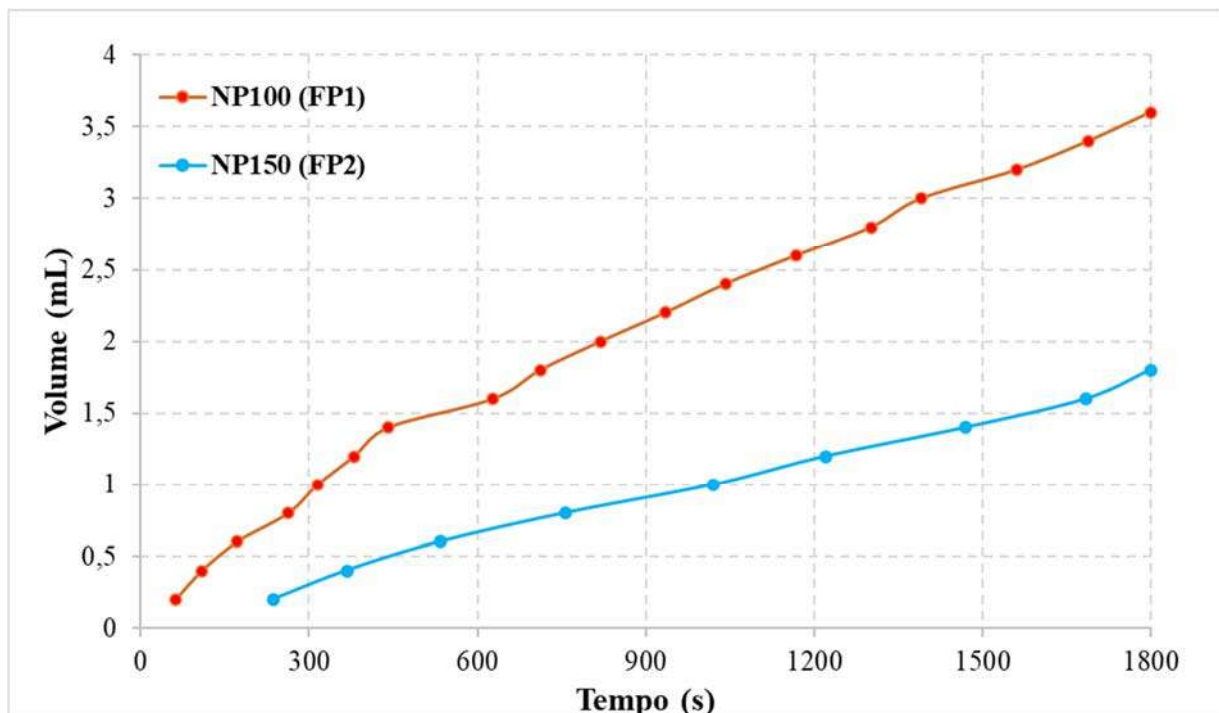
Tabela 4 – Massa específica dos fluidos formulados.

Fluidos	Massa específica
FP1	1,06
FP2	1,10

Fonte: Autora.

A Figura 8 mostra que os resultados de volume de filtrado obtidos a 26 °C foram extremamente baixos, ficando bem abaixo do valor limite estabelecido pela norma N-2604 da Petrobras, que é de 18 mL. Esta baixa invasão de filtrado ocorre porque as partículas da microemulsão são bem menores que as partículas dos aditivos utilizados, fazendo com que haja a formação de uma fina camada de reboco que irá atuar bloqueando os poros das rochas e diminuindo a perda excessiva de filtrado, além de não alterar significativamente o diâmetro do poço, reduzindo, assim, o risco de prisão diferencial.

Figura 8 – Volume de filtrado dos fluidos à temperatura de 26 °C.



Fonte: Autora.

A Figura 9 apresenta as finas camadas de reboco obtidas para os fluidos, todos com espessura inferior ou igual a 1mm. Pode-se dizer que este comportamento é devido à cadeia da goma xantana, que junto as demais partículas que constituem o reboco, como a baritina e a argila, forma um fino filme com baixa permeabilidade, agindo como uma barreira à passagem do filtrado. Além disso, a elevada viscosidade dos fluidos contribuiu para que estes apresentassem dificuldade em atravessar o meio filtrante, ficando retido no mesmo.

Figura 9 – Reboco dos fluidos formulados.



Fonte: Autora.

Na Tabela 5 observa-se que a baixa permeabilidade dos fluidos está relacionada aos baixos valores de volume de filtrado e espessura do reboco, uma vez que baixos valores de permeabilidade significam que menor será a quantidade de fluido que atravessará o meio filtrante, ou seja, menor a invasão do filtrado. Também é possível perceber que o fluido formulado com o tensoativo NP150 (FP2) apresentou menor volume de filtrado, justificando a sua baixa permeabilidade, correspondendo, desta forma, a uma maior barreira contra a passagem do filtrado.

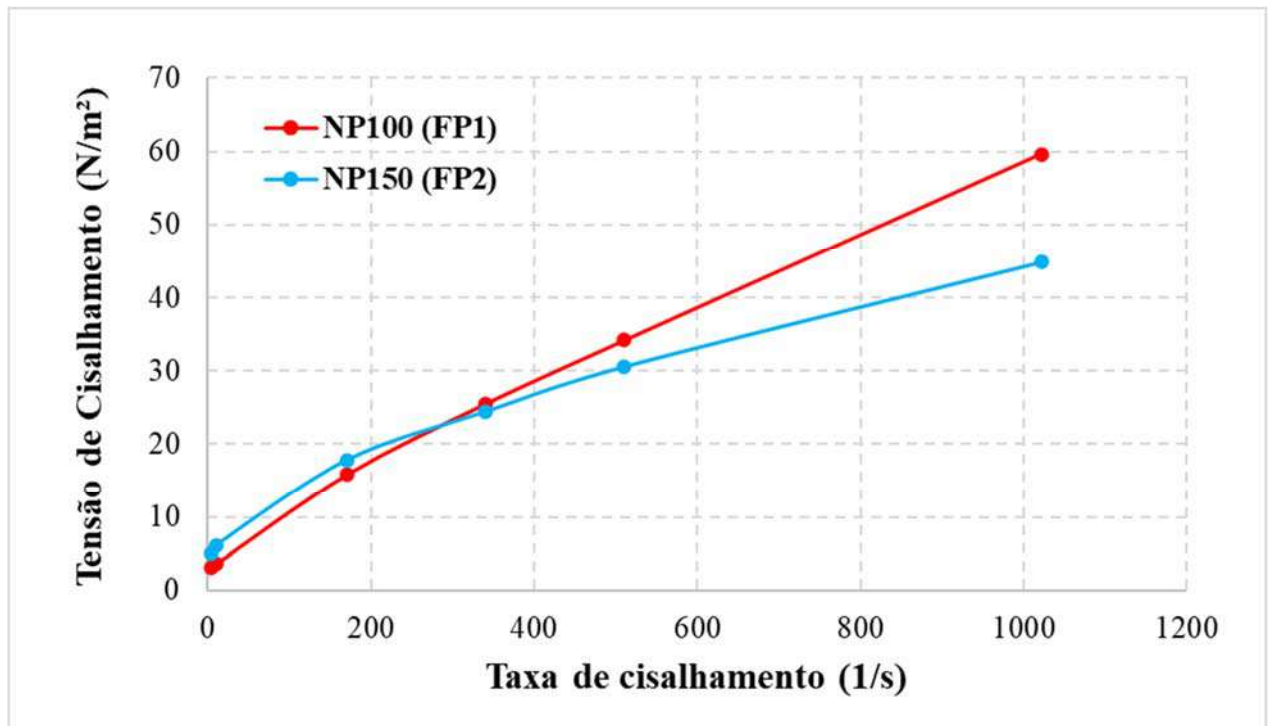
Tabela 5 – Dados de espessura do reboco e permeabilidade.

Fluido	VP (cP) 30 °C	VP (cP) 55 °C	VF (mL)	ER (mm)	K (mD) 30 °C	K (mD) 55 °C
F1	48	36	3,6	1,04	0,0168	0,0121
F2	25	10	1,8	0,80	0,00322	0,00129

Fonte: Autora.

A partir das leituras obtidas com o viscosímetro, foi possível plotar as curvas de fluxo dos fluidos estudados (Figura 10), através da qual foi possível observar o comportamento de fluidos não newtonianos pseudoplásticos com limite de escoamento, sendo melhor ajustado pelo modelo de Herschel-Bulkley, também conhecido como fluido de potência com limite de escoamento, ou fluido de potência modificado.

Figura 10 – Curvas de fluxo dos fluidos.



Fonte: Autora.

O modelo de Herschel-Bulkley envolve três parâmetros reológicos, sendo eles: limite de escoamento inicial (t_0), que permite estimar a força mínima requerida para iniciar o fluxo; parâmetro de consistência (K), que indica o grau de resistência do fluido ao escoamento, expresso em $\text{Pa}\cdot\text{s}^n$; e o índice de comportamento (n), que indica o afastamento do fluido do comportamento newtoniano, sendo uma grandeza adimensional.

Tabela 6 – Parâmetros de Herschel-Bulkley.

Fluido	τ_0(lbf/100ft²)	n	K(Pa.sⁿ)
FP1	2,0	0,76	0,29
FP2	4,0	0,67	0,41

Fonte: Autora.

Na Tabela 6 estão apresentados os parâmetros do modelo de Herschel-Bulkley para os fluidos formulados. O limite de escoamento inicial, τ_0 , foi obtido por extrapolação através do gráfico de tensão de cisalhamento versus taxa de deformação em coordenadas cartesianas, determinando, em seguida, os valores dos parâmetros K e n através do gráfico de $(\tau - \tau_0)$ versus taxa de deformação, em coordenadas logarítmicas. Conforme os resultados obtidos, os fluidos foram classificados como pseudoplásticos, pois $0 < n < 1$. Entre as possíveis causas para este comportamento pode-se citar as características físicas das partículas e as interações entre elas. Já os baixos valores dos índices de consistência (K) indicam baixa resistência ao escoamento, sendo consequência da baixa viscosidade dos fluidos.

A Tabela 7 apresenta os requisitos estabelecidos pela Petrobras para as propriedades reológicas dos fluidos de perfuração base água conforme a norma N-2604 e os valores obtidos para os fluidos formulados.

Tabela 7 – Valores obtidos no ensaio reológico e volumes de filtrado.

Propriedade	Norma	FP1	FP2
VA (cP)	>15,0	58,5	44,0
VP (cP)	>4,0	50,0	28,0
LE (lb/100 ft²)	-	17,0	32,0
Go (lb/100 ft²)	>7,0	6,0	9,0
Gf (lb/100 ft²)	10,0-15,0	8,0	12,0

Fonte: Autora.

Com exceção dos parâmetros de gel inicial e final, os resultados obtidos para os fluidos formulados apresentaram conformidade com a Norma N-2604 da Petrobras, cujos valores estão descritos na Tabela 7. É importante ressaltar a importância da avaliação desses parâmetros para a perfuração de poços de petróleo, pois elevados valores de força gel exigiriam grande esforço no sistema de bombas do fluido, enquanto valores baixos não seriam capazes de manter os cascalhos em suspensão, resultando na sua decantação, sendo assim, é extremamente necessário o controle da viscosidade dos fluidos. Desta forma, constata-se que as quantidades dos aditivos utilizados não foram suficientes para atingir todos os parâmetros necessários, sendo necessário uma alteração na sua formulação, adicionando mais goma xantana. Também é possível observar que os valores dos parâmetros dos fluidos são aproximadamente iguais, mostrando que os tensoativos utilizados possuem características semelhantes, gerando fluidos com o mesmo comportamento (Figura 10).

CONCLUSÕES

Os diagramas desenvolvidos apresentaram grande região de microemulsão devido a presença de tensoativos altamente hidrofílicos, favorecendo a formação de microemulsões óleo em água.

O ponto de microemulsão foi escolhido de forma a minimizar o custo do fluido de perfuração sem perder suas propriedades, reduzindo as proporções de óleo e tensoativo, que são os componentes de maior custo, e aumentando a proporção da fase aquosa, componente de menor custo.

Os fluidos apresentaram comportamento pseudoplástico, seguindo o modelo de Herschel-Bulkley. Além disso, os valores de volume de filtrado e os parâmetros reológicos (exceto a força gel) dos fluidos formulados estão de acordo com os dados da norma Petrobras N-2604.

A baixa permeabilidade dos fluidos está relacionada aos baixos valores de volume de filtrado e espessura do reboco, uma vez que baixos valores de permeabilidade significam que menor será a quantidade de fluido que atravessará o meio filtrante, ou seja, menor a invasão do filtrado.

Devido aos baixos valores de força gel encontrados no FP1, faz-se necessário uma alteração na quantidade de aditivos para manter todos os parâmetros dentro da faixa especificada.

Os fluidos apresentam-se como alternativa sustentável ao fazer uso de óleo vegetal e tensoativos biodegradáveis, não agredindo o meio ambiente. Além de apresentar baixo custo por utilizar menor quantidade de fase orgânica e de tensoativo.

REFERÊNCIAS

- ABDOU, M. I.; AL-SABAGH, A. M.; AHMED, H. E. S.; FADL, A. M. Impact of barite and ilmenite mixture on enhancing the drilling mud weight. *Egyptian journal of petroleum*, 27(4), 955-967, 2018.
- AMORIM, L. V.; FARIAS, K. V.; VIANA, J. D.; BARBOSA, M. I. R.; PEREIRA, E.; FRANÇA, K. B.; LIRA, H. L. & FERREIRA, H. C. - *Cerâmica*, 51, p.128 (2005).
- AZEVEDO, C. T. Efeito da contaminação por hidróxido de cálcio nas propriedades de fluidos de perfuração aquoso. Monografia (Graduação em Engenharia de Petróleo). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.
- BA GERI, B. S.; MAHMOUD, M. A.; ABDULRAHEEM, A.; AL-MUTAIRI, S. H.; SHAWABKEH, R. A. Single stage filter cake removal of barite weighted waterbased drilling fluid, *Journal of Petroleum Science and Engineering*, vol. 149, 476- 484, 2017.
- BICALHO, I. C.; SANTOS, D. B. L.; ATAÍDE, C. H.; DUARTE, C.R. Experiments and CFD Predictions of Particles Velocity and Trajectory in Flow with Non-Newtonian Fluid through a Partially Obstructed Duct. *Materials Science Forum*, [S.L.], v. 899, p. 83-88, 2017. <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.899.83>.
- CAENN, R.; DARLEY, H. C. H.; GRAY, G. R. Fluidos de Perfuração e Completação – Composição e Propriedades – Série Engenharia de Petróleo. 7^a. ed. Elsevier, 2017.
- CUNHA FILHO, F. J. V. da. Estudo Reológico de um fluido de perfuração à base nparafina, utilizando argila modificada com tensoativo. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2015.
- CURBELO, F. D. S.; GARNICA, A. I. C.; RODRÍGUEZ-DÍAZ, J.; ARAÚJO, E. A.; PAIVA, E. M.; SILVA, R. R.; FREITAS, J. C. O. Microemulsified Systems and Their Environmental Advantages for the Oil Industry. In: *Advances in the Domain of Environmental Biotechnology*, 1^a. Ed. Springer, 2021. DOI: 10.1007/978-981-15-8999-7_3.

DONG, B.; MENG, M.; QIU, Z.; LU, Z.; ZHANG, Y.; ZHONG, H. Formation damage prevention using microemulsion in tight sandstone gas reservoir. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. [S. L.], v. 173, p. 101-111, 2019.

DUARTE, R. G. Avaliação da Interação Folhelho-Fluido de Perfuração para estudo de Estabilidade de Poço. Dissertação (Mestrado) — Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, jun 2004.

GAUTAM, S.; GURIA, C. An Accurate Determination of the Shear Rate for High-Yield-Stress Drilling Fluids Using Concentric Cylinder Fann 35 Viscometer Data." *SPE J.* v. 25, p. 2984–3001, 2020. DOI: 10.2118/201238-PA.

GONÇALVES, T. S. S. Desenvolvimento de fluidos de perfuração poliméricos a base de microemulsões e avaliação de suas propriedades. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2018.

GUO, B.; LIU, G. Mud Hydraulics Fundamentals. Em: *Applied Drilling Circulation Systems* (pp. 19- 59). Guo, B.; Liu, G. (Eds.). 1a. ed. Boston: Gulf Professional Publishing. 2011.

HOSSAIN, M. E.; ISLAM, M. R. *Drilling engineering: problems and solutions*. 1a. ed. Wiley. 2018.

LI, M.; OU, H.; LI, Z.; GU, T.; LIU, H.; GUO, X. Contamination of cement slurries with diesel-based drilling fluids in a shale gas well. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, v. 27, p. 1312-1320, 2015.

MELO, K. C. Avaliação e modelagem reológica de fluido de perfuração base água. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2008.

MINAKOV, A. V.; MIKHLENKOVA, E. I.; VORONENKOVA, Y. O.; NEVEROX, A. L.; ZEER, G. M.; ZHARKOV, S. M. Systematic experimental investigation of filtration losses of drilling fluids containing silicone oxide nanoparticles. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*. [S. l.], v. 71, 2019.

MUHEREI, M. (2016). Common Versus Herschel-Bulkley Drilling Fluid Models: Effect of Their Rheological Parameters on Dynamic Particle Settling Velocity. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences*. V. 16, p. 155-177, 2016.

REN, Y.; JIANG, G.; LI, F.; ZHOU, H.; AN, Y. Cleanup characteristics and mechanisms of reversible invert emulsion drilling fluid. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, v. 133, p. 296-303, 2015.

SAGIR, M.; MUSHTAQ, M.; TAHIR, M. S.; TAHIR, M. B.; SHAIK, A. R. Surfactant in Petroleum Industry. Em: *Surfactants for Enhanced Oil Recovery Applications*. Springer, Cham, 2020. DOI: 10.1007/978-3-030-18785-9_2.

SHIROMA, P. H. Estudo do comportamento reológico de suspensão aquosa de bentonita e CMC: influência da concentração do NaCl. São Paulo, SP, 130 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2012.

SILVA, D. C.; ARAUJO, C. R. B.; FREITAS, J. C. O.; RODRIGUES, M. A. F.; WANDERLEY NETO, A. O. Formulation of new microemulsion systems containing produced water for removal of filter cake from olefin-based drilling fluid. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. [S.l.] v. 193, 2020.

TERAMOTO, E. H.; OLIVEIRA, E.; KIANG, C. H.; WALDMANN, A. T. A.; VAQUEIRO, R. L. C.; SANTOS, H. Simulação numérica multifásica de fluido de perfuração e de transporte benzeno em poço de petróleo na Bahia, Brasil. *Águas Subterrâneas*, vol. 28, n. 1, p. 47-61, 2014. <https://doi.org/10.14295/ras.v28i1.27431>

THOMAS, J. E. - "Fundamentos de Engenharia de Petróleo", Interciência, Rio de Janeiro (2004).

VRYZAS, Zisis; KELESSIDIS, Vassilios C.. Nano-Based Drilling Fluids: a review. *Energies*, [S.L.], v. 10, n. 4, p. 540, 15 abr. 2017. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/en10040540>.

WANDERLEY NETO, A.O.; SILVA, V. L.; RODRIGUES, D. V.; RIBEIRO, L. S.; SILVA, D. N. N.; FREITAS, J. C. O. A novel oil-in-water microemulsion as a cementation flushing fluid for removing non-aqueous filter cake. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. [S. l.] V. 184, 2020.

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA HIDROFOBICIDADE DE EMBALAGEM DE PAPEL REVESTIDA COM POLI(ESTIRENO-CO-BUTADIENO)/NANOCRISTAIS DE CELULOSE/NANOPARTÍCULAS DE PRATA (SB/NCC/AgNPs) PELO MÉTODO DE SOLUTION BLOW SPRAYING (SBSp)

Humberto Ruffo Bisneto¹ Natália Fernanda Inocência Silva² Júlia Nathália Souza de Almeida² Eliton Souto de Medeiros² Mauricio Pinheiro de Oliveira² Amélia Severino Ferreira e Santos³

RESUMO

As embalagens celulósicas antimicrobianas são amplamente utilizadas por serem capazes de conservar e prolongar a vida útil dos alimentos. O aprimoramento desses produtos é um objetivo recorrente da indústria e pode ser feito, por exemplo, através de revestimentos poliméricos contendo agentes antimicrobianos, como as nanopartículas de prata (AgNPs). Neste capítulo, o objetivo foi discutir a preparação de revestimentos poliméricos de poli(estireno-co-butadieno) (SB) com nanocristais de celulose (NCC) e AgNPs via *Solution Blow Spraying* (SBSp) e as condições ideais de aplicação. Os revestimentos foram caracterizados por avaliação visual e por molhabilidade pela determinação do ângulo de contato. Revestimentos uniformes foram obtidos utilizando uma vazão de 800 µL/min, distância de 20 cm e pressão de 50 psi aplicada durante 2 minutos. As nanopartículas de prata sintetizadas com extrato do orégano e tamanho médio da ordem de 65,52 nm foram aspergidas com sucesso sobre o revestimento, reduzindo a hidrofobicidade do revestimento de SB.

Palavras-Chave: Revestimento. Antimicrobiano. Copolímero. Embalagem Ativa. Nanotecnologia.

¹ humberto.bisneto@academico.ufpb.br; ² fernandainatalia@gmail.com; jnathaliasalmeida@gmail.com; esm@academico.ufpb.br; mauricio.pinheiro@unifesp.br; ⁵amelia.santos@academico.ufpb.br, Influência do método de incorporação de nanopartículas de prata (AgNPs) na hidrofiliabilidade e resistência mecânica de substrato celulósico revestido com poli(estireno-co-butadieno)/nanocristais de celulose (SB/NCC), 83-3216-7063, demat.ufpb@gmail.com.

APRESENTAÇÃO

Este capítulo refere-se às pesquisas desenvolvidas no plano de trabalho intitulado “Influência do método de incorporação de nanopartículas de prata (AgNPs) na hidrofiliabilidade e resistência mecânica de substrato celulósico revestido com poli(estireno-co-butadieno)/nanocristais de celulose (SB/NCC)”, vinculado ao projeto de iniciação científica (IC) intitulado “Desenvolvimento de revestimentos poliméricos”. Esse projeto foi elaborado e orientado pela Professora Dra. Amélia Severino Ferreira e Santos e desenvolvido em colaboração com as alunas de doutorado e mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais da UFPB (PPCEM), Natália Fernanda Inocência da Silva e Júlia Nathália Souza de Almeida, respectivamente.

As linhas de pesquisas em embalagens ativas com nanopartículas de prata (AgNPs) e síntese biogênica de AgNPs conta ainda com a colaboração do prof. Maurício Pinheiro de Oliveira do Instituto de Ciência e Tecnologia da UNIFESP (São José dos Campos-SP), prof. Eliton Souto de Medeiros (DEMAT/CT/UFPB), prof. Fábio Correa Sampaio (DO/CCS/UFPB), prof. Fábio Anderson Pereira da Silva (DGTA/CCHSA/UFPB CAMPUS III, Bananeiras-PB) e Dra. Valquíria Cardoso da Silva Ferreira (DGTA/CCHSA/UFPB) e Dr. Maciel Santos Luz (IPT, São Paulo-SP). Ela foi iniciada em 2013 com um projeto de mestrado e após esse período conta com 1 dissertação de mestrado, 1 tese de doutorado e 6 planos de IC concluídos. Em andamento há 3 planos de trabalho de IC, 1 mestrado e 2 teses de doutorado. Os projetos em andamento e com financiamento são: “Desenvolvimento de revestimentos poliméricos nanoestruturados empregando nanocristais de celulose e prata biogênica, obtida de fonte do bioma caatinga, para aplicação em embalagens ativas” (Chamada interna produtividade em pesquisa PROPESQ/PRPG/UFPB Nº 03/2020); “Desenvolvimento de revestimentos poliméricos nanoestruturados e sustentáveis para fabricação de embalagens ativas” (Chamada CNPq/MCTI/FNDCT No 18/2021 - Faixa A - Grupos Emergentes); “Desenvolvimento de revestimentos à base de poli(etileno-co-álcool vinílico) (EVOH) empregando nanocristais de celulose e prata biogênica para aplicação em embalagens ativas” (Edital FAPESQ no. 19/2022 – Programa de Apoio a Núcleos em Consolidação do Estado da Paraíba). Até o momento as publicações derivadas desses trabalhos são: 1 artigo em periódico

internacional A1; 1 resumo expandido e 2 resumos de congresso nacional; e 6 depósitos de patente.

Diante do estilo de vida moderno, o desenvolvimento de embalagens celulósicas capazes de conservar e garantir a qualidade dos alimentos se tornou uma máxima, principalmente, em um momento em que o uso da nanotecnologia promove uma revolução no mundo da pesquisa e expande o campo das aplicações. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi desenvolver revestimentos nanoestruturados de poli(estireno-co-butadieno) (SB) com nanocristais de celulose (NCC) e nanopartículas de prata biogênica (AgNPs) por SBSp, visando a aplicação em embalagens celulósicas para alimentos com teores reduzidos de AgNPs e alta eficácia antimicrobiana.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As embalagens são utilizadas na conservação e proteção dos alimentos e estão em constante desenvolvimento, a fim de prolongar o tempo de prateleira dos produtos, por exemplo. As embalagens celulósicas, por sua vez, vêm ganhando notoriedade no ramo alimentício, pois apresentam vantagens como biodegradabilidade e melhor resistência e barreira à passagem de luz, atenuando efeitos oxidativos. Por outro lado, esse tipo de material apresenta poros em sua estrutura sendo suscetíveis a ação de gases e vapor d'água (BATTISTI, 2016).

Diversas técnicas podem ser adotadas a fim de aprimorar as propriedades das embalagens, dentre elas, destacam-se os revestimentos poliméricos. Estudos destacam a importância e a contribuição dos revestimentos poliméricos em embalagens celulósicas, dado que estes podem reduzir a capacidade de absorção de água do material agindo como elo de proteção das fibras hidrofílicas da celulose (GUPTA, BISWAS, ROY, 2022), além de atuar como barreira de proteção de agentes externos para o material (ZHAN *et al.*, 2020).

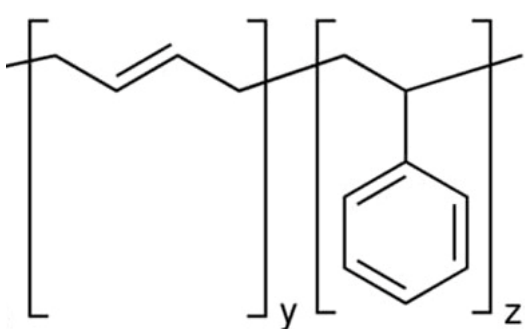
O desenvolvimento de embalagens antimicrobianas é uma linha de pesquisa que vem avançando nos últimos anos, pois representa um desejo do setor em minimizar riscos, melhorar seus produtos e aumentar os lucros. Um dos agentes mais relevantes nesse cenário são as nanopartículas de prata (AgNPs) que se destacam por causa de seu alto potencial antimicrobiano. Além disso, as AgNPs se diferenciam por serem atóxicas em

pequenas quantidades e, relativamente, inertes (MARTÍNEZ-ABAD *et al.*, 2013).

As nanopartículas são materiais que possuem tamanho entre 1 e 100 nm e apresentam propriedades únicas e distintas de materiais macroscópicos na mesma composição química, pois, na escala nanométrica, são capazes de modificar o comportamento de materiais e exibir novos fenômenos.

No grupo de pesquisa, as AgNPs vem sendo testadas em diferentes revestimentos poliméricos e um destes é a base de poli(estireno-*co*-butadieno) (SB). O SB, conforme estrutura química apresentada na figura 1, é um copolímero termoplástico aleatório, obtido da polimerização dos monômeros de estireno e 1,3-butadieno, ambos de origem sintética e veemente aplicado na fabricação de pneus, na indústria de borrachas (TATE, 1986) e na fabricação de papel como agente de colagem e revestimento (SCHMIDT-THÜMMES *et al.*, 2002). As principais características do SB são alta elongação na ruptura, baixa densidade, bom isolamento elétrico, alta transparência e brilho e boas propriedades óticas (BAUER, 1978; MATONIS, 1975). As embalagens celulósicas é um de seus principais mercados (MATONIS, 1975; SCHMIDT-THÜMMES *et al.*, 2002).

Figura 1 - Estrutura química do SB.

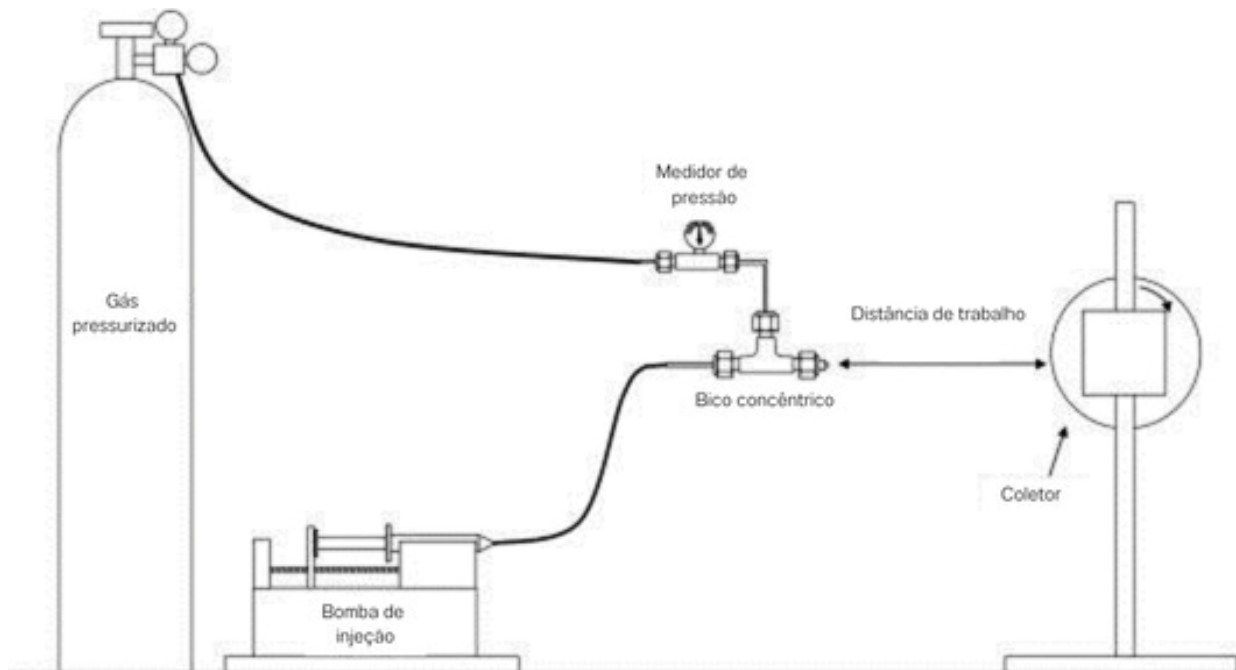


Fonte: Sigma-Aldrich.

A preparação de revestimentos segue diferentes métodos de aplicação e um deles é o *Solution Blow Spraying* (SBSp), desenvolvido por Ferreira *et al.* (2018), a partir da adaptação da técnica *Solution Blow Spinning* (SBS), desenvolvida por Medeiros *et al.* (2009). O sistema consiste na aspersão do polímero impulsionado por um gás pressurizado que atinge um substrato no modo estático e/ou rotatório. O método de aspersão superficial das AgNPs sobre revestimentos poliméricos já foi utilizado e seu

resultado foi descrito por Ferreira *et al.* (2019). O esquema do SBS está descrito na Figura 2.

Figura 2- Estrutura do *Solution Blow Spinning* (SBS), cujas condições de operação podem ser adaptadas para revestimentos de filmes finos, ao invés de micro e nanofibras.



Fonte: MEDEIROS *et al.*, 2009.

A deposição da prata sobre a superfície do polímero ainda fluido serve para promover a adesão das nanopartículas na matriz polimérica e a rotação do equipamento é utilizada como força motriz para auxiliar a dispersão e distribuição homogênea da nanopartícula sobre o revestimento.

METODOLOGIA

O polímero utilizado foi o poli(estireno-co-butadieno) (SB) em dispersão aquosa, Styrofan BD 660, fornecido pela BASF S.A. Para a obtenção de nanocristais de celulose (NCC), utilizou-se algodão comercial. Na síntese das nanopartículas de prata, fez-se uso de nitrato de prata (AgNO_3) da Sigma-Aldrich e orégano (*Origanum vulgare* L.) comprado em mercado local da cidade de João Pessoa. Os ensaios foram realizados em papel cartão

de gramatura 120 g/m² e também, utilizou-se corante alimentício Soft Gel da Mago, na cor azul, para pigmentar a emulsão polimérica e permitir a visualização do polímero depositado sobre o papel cartão.

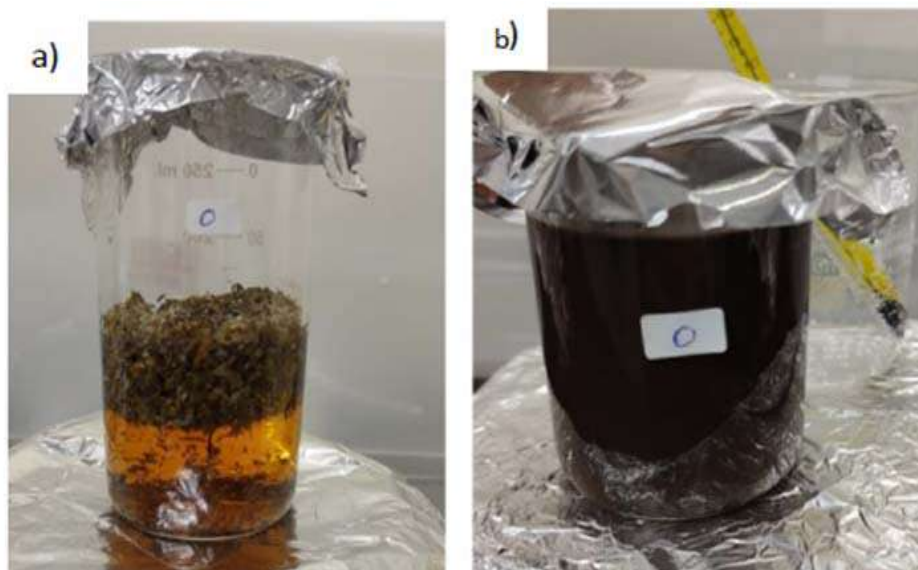
A extração dos nanocristais de celulose foi realizada via hidrólise ácida em solução aquosa de ácido sulfúrico (64%, v/v). O sistema foi mantido em banho maria de óleo mineral, com temperatura controlada que, ao atingir 45° C, foram adicionadas 5% (m/v) de algodão agitado constantemente por 1 hora, a fim de realizar a quebra das cadeias de celulose.

Após o término da reação, a solução foi diluída em água destilada na proporção 2:1 (água:solução ácida) e foi levada para centrifugação por 15 minutos a 3000 rpm para separação das fases. A fase sedimentada foi mantida, diluída em água destilada utilizando o mesmo volume da suspensão anterior e levada novamente à centrífuga por 3 vezes seguindo o mesmo procedimento. Para neutralizar, a suspensão final passou por processo de diálise de 72h e o pH neutro foi confirmado por meio de papel indicador. Esse procedimento está baseado na metodologia já descrita em trabalhos anteriores do grupo (Nepomuceno *et al.*, 2017; Gois *et al.*, 2019; Ferreira *et al.*, 2021).

Para a síntese das nanopartículas de prata, inicialmente, preparou-se o extrato de orégano a partir do aquecimento de 10 g de orégano em 250 mL de água destilada sob temperatura constante de 80 °C por 20 minutos. O extrato produzido apresentou coloração âmbar (Figura 3a) e as folhas desidratadas do orégano foram removidas por filtração a vácuo, utilizando-se papel filtro com poros de tamanho médio de 8 µm. Por fim, o extrato foi conservado sob refrigeração a (5 ± 2) °C.

As AgNPs foram produzidas pelo método de síntese biogênica onde dissolveu-se 0,0153 g de AgNO₃ em 90 mL de água deionizada. A mistura foi submetida a agitação magnética de 5 rpm a temperatura controlada (45 ± 2) °C. Após 5 minutos, adicionou-se 10 mL do extrato de orégano para atuar como agente redutor. Ao adicionar o extrato da planta para redução do metal, observa-se uma mudança de coloração (Figura 3b) e, então, a solução é mantida por mais 70 minutos para obter a síntese completa das AgNPs, conforme descrito por Ferreira *et al.* (2021).

Figura 3 - Imagem do extrato de orégano recém preparado (a) e do extrato de orégano com as nanopartículas de prata (b).



Fonte: Autoria própria

Vale destacar que todas as etapas envolvidas na síntese das nanopartículas de prata seguiram rigoroso protocolo de limpeza e cuidado, como higienização de instrumentos com álcool isopropílico, para garantir que a reação ocorra sem interferências externas.

Os revestimentos foram preparados utilizando-se uma emulsão aquosa contendo 20% (m/m) do polímero, 3% (m/m) de NCC e duas gotas do corante alimentício, na cor azul, misturados por agitação magnética constante e fazendo uso de papel cartão como substrato. O papel cartão foi fixado no coletor rotativo com uma fita dupla-face e a deposição da solução sobre o papel foi realizada através da técnica *Solution Blow Spraying* (SBSp).

Para determinar os parâmetros adequados de aplicação via SBSp, foram realizados testes, seguindo uma taxa fixa de aplicação de 800 $\mu\text{L}/\text{min}$ e rotação de 300 rpm, variando-se as demais condições, como tempo de aplicação (intervalo de 1 a 3 min), distância entre coletor e o bico (5 cm a 20 cm) e a pressão do equipamento (intervalo de 30 a 50 psi).

Após determinar a melhor condição de aspersão do SB por SBSp que resulte na maior e mais uniforme área revestida do papel, foi aplicada 1 camada de AgNPs, seguindo o mesmo procedimento de aplicação do polímero, com um intervalo de 1 minuto entre as

aspersões, a fim de obter uma melhor adesão entre a matriz e as partículas e evitar aglomerações.

A caracterização dos revestimentos foi realizada por análise visual a olho nu para determinar os parâmetros ótimos para deposição do SB sobre o papel cartão. Essa etapa permitiu determinar os parâmetros do SBSp, a partir da avaliação da dispersão e distribuição do polímero no papel, levando em consideração a área revestida, a uniformidade da deposição, a formação de aglomerados e as condições empregadas para a produção de cada amostra.

Já a influência da aspersão das AgNPs sobre a hidrofobicidade do revestimento foi determinada por ângulo de contato apenas para o revestimento com melhor aspecto visual. O ângulo de contato do revestimento de SB, sem e com AgNPs (SB + 1*AgNPs), foi determinado seguindo metodologia descrita por Ferreira *et al.* (2019) e diretrizes da norma D 7334 – 08. Os revestimentos foram fixados em placas de vidro a uma distância de 3 mm da pipeta, onde foi gotejada uma gota de 5 μ L de água destilada em condições ambiente de (25 ± 2) °C e umidade relativa do ar de 37%. As capturas das imagens foram feitas por uma câmera de alta velocidade Phantom v711 da Vision Research e analisadas pelo software Image J.

O diâmetro médio das nanopartículas de prata, por sua vez, foi determinado por espalhamento dinâmico da luz (DLS) no equipamento Zetasizer Nano da Malvern. As amostras foram diluídas em água destilada na proporção de 1:10, utilizando-se cerca de 1,5 mL em uma cubeta de quartzo própria para o equipamento. As análises foram realizadas com ângulo de incidência do laser igual a 90° e temperatura de 25°C.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

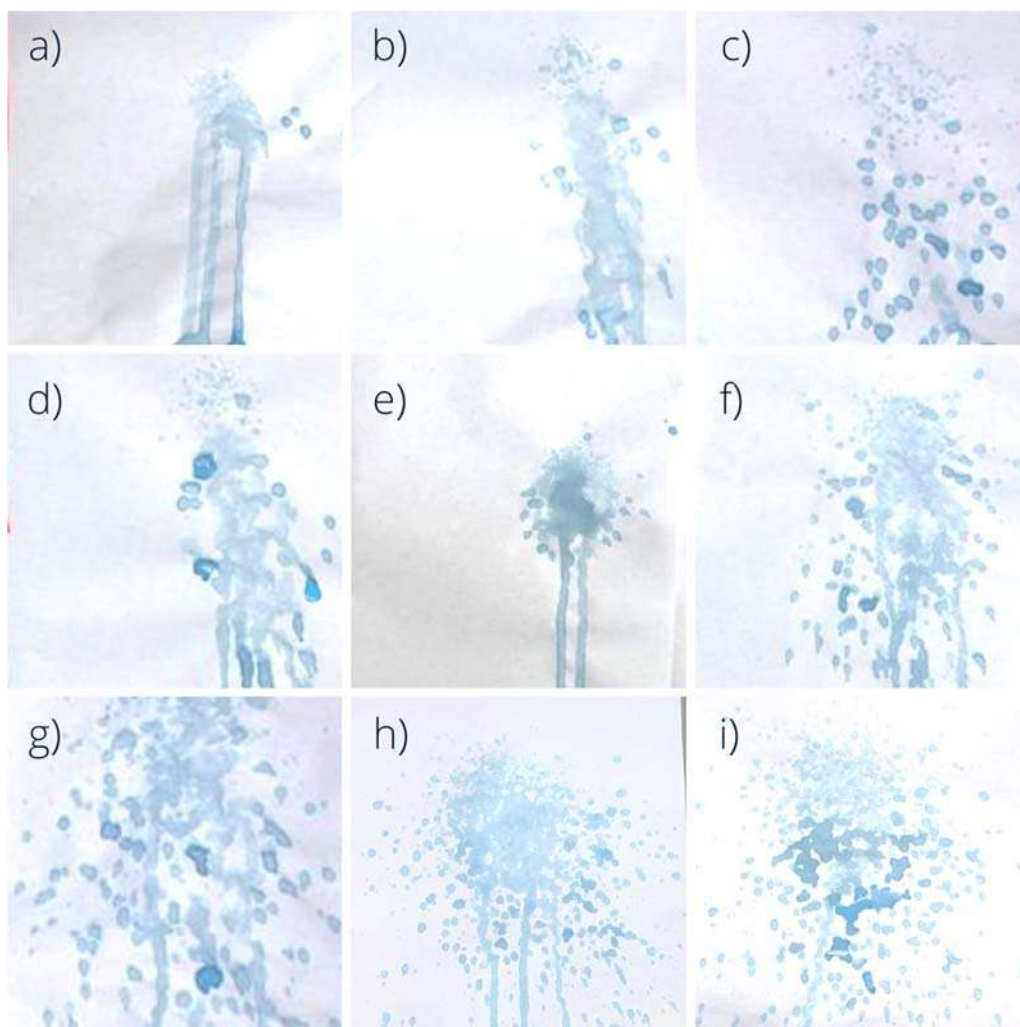
As imagens dos substratos de papel revestidos nas diferentes condições de aspersão avaliadas estão apresentadas na Figura 4. Como pode ser observado as áreas revestidas apresentaram um perfil cônico, característico do bico concêntrico.

A partir das imagens obtidas, verificou-se que a rotação contribuiu para melhorar a distribuição do material no papel e também, auxiliou no processo de secagem. Já o tempo de aspersão foi fixado em 1 minuto, pois verificou-se que tempos de aplicação superiores

a 1 minuto formavam revestimentos mais aglomerados. Para as amostras contendo AgNPs, essas foram aspergidas durante 1 minuto, após a pausa de 1 minuto ao final da etapa anterior, o que totalizou 2 minutos após o início da deposição do polímero.

A combinação entre a pressão de 50 psi e a distância de aspersão do bico até o coletor de 20 cm foi aquela resultou em um revestimento de SB com maior área recoberta, boa dispersão e pouca aglomeração (Figura 4h). Esses parâmetros juntamente com os demais que foram determinados por SBSp como os mais eficazes para a aplicação do poli(estireno-*co*-butadieno) sobre o substrato de papel estão descritos na Tabela 1.

Figura 4: Imagens do papel cartão revestido com SB misturado com corante, na cor azul, por SBSp, mantendo fixo a vazão, a rotação do coletor e o tempo de aplicação em 800 $\mu\text{L}/\text{min}$, 300 rpm e 1 min, respectivamente, e variando: a) $p = 30$ psi e $d = 5$ cm; b) $p = 30$ psi e $d = 10$ cm; c) $p = 30$ psi e $d = 15$ cm; d) $p = 30$ psi e $d = 20$ cm; e) $p = 40$ psi e $d = 5$ cm; f) $p = 40$ psi e $d = 10$ cm; g) $p = 40$ psi e $d = 15$ cm; h) $p = 50$ psi e $d = 20$ cm; i) $p = 50$ psi e $d = 15$ cm. Onde p é a pressão do gás de arraste e d é a distância entre coletor e o bico.



Fonte: Autoria própria

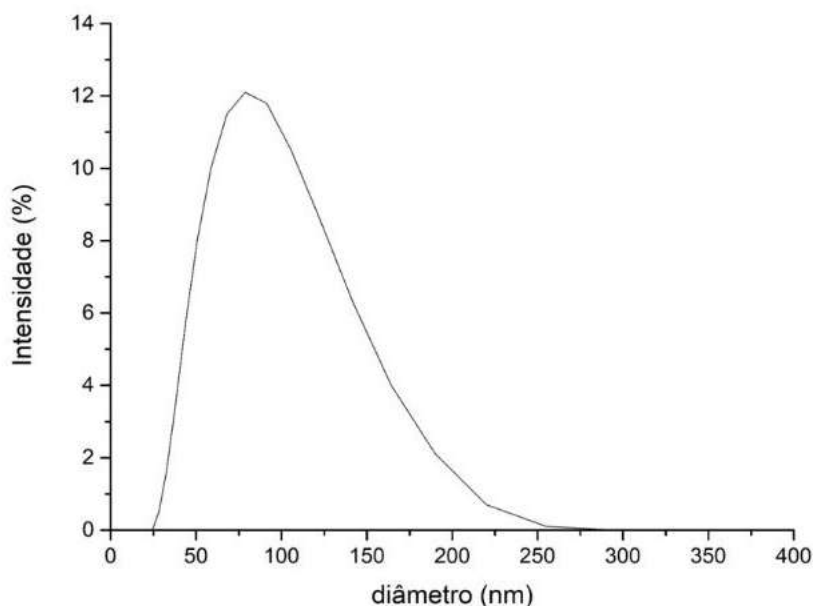
A curva de distribuição do tamanho de partículas das AgNPs sintetizadas está apresentada na Figura 5. O diâmetro médio obtido foi igual a 65,52 nm com distribuição dos diâmetros igual de 0,398, confirmando as dimensões nanométricas e uma distribuição de tamanho de partículas relativamente estreita.

Tabela 1 - Parâmetros do SBSp que resultaram na obtenção de revestimento de SB mais uniforme por área de aspersão.

Taxa	Distância	Pressão	Tempo de aplicação	Tempo de rotação	Rotação
800 $\mu\text{L} / \text{min}$	20 cm	50 psi	1 min	1 min	300 RPM

Fonte: Autoria própria

Figura 5 - Diâmetro médio das nanopartículas de prata sintetizadas com extrato de orégano.



Fonte: Autoria própria

As médias das medidas do ângulo de contato para o papel cartão revestido com SB e com SB/AgNPs, na melhor condição de aspersão determinada por avaliação visual a olho nu, estão apresentadas na Tabela 2.

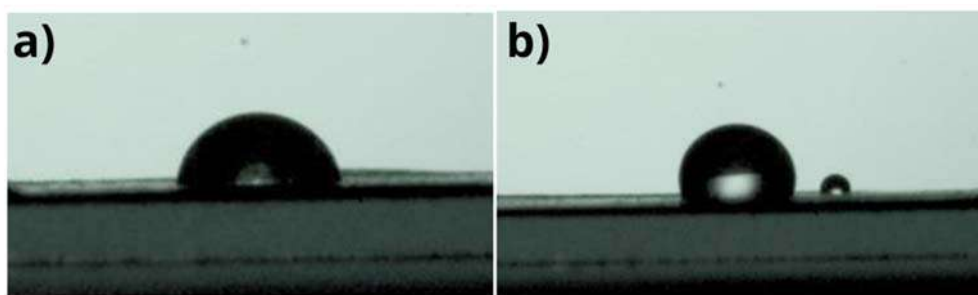
Tabela 2 - Valores da determinação do ângulo de contato.

Amostra	Ângulo (°)
SB	104,8 ± 1,9
SB + 1*AgNPs	92,0 ± 2,6

Fonte: Autoria própria

Na Figura 6 é possível observar que o revestimento de poli(estireno-*co*-butadieno) com nanocristais de celulose apresenta comportamento hidrofóbico, justificado pelo ângulo de contato superior a 90° e também, pela composição química do SB, a qual só possui ligação de Van der Waals. Ao adicionar as nanopartículas de prata, percebe-se que o ângulo de contato diminuiu. Isso pode ser explicado por uma baixa interação e adesão entre a matriz polimérica e as AgNPs, conforme explicam Ferreira *et al.* (2021) e Schadler *et al.* (2007). Entretanto, mesmo sofrendo atenuação, o ângulo de contato permanece superior a 90° e indica uma superfície hidrofóbica.

Figura 6 - Gota d'água sob revestimento polimérico de SB (a) e SB + 1*AgNPs (b).



Fonte: Autoria própria

CONCLUSÕES

Os resultados confirmaram que o orégano tem potencial para atuar como agente de redutor da prata, produzindo nanopartículas com boa uniformidade do tamanho. A técnica de *Solution Blow Spraying* se mostrou eficaz para revestimento de papel durante

os testes, sendo capaz de produzir uma área satisfatória, uniforme e sem aglomeração no papel revestido com SB. Os melhores resultados foram obtidos, quando o coletor foi ajustado para uma distância de 20 cm de distância do bico concêntrico e o polímero foi aspergido a uma vazão de 0,8 µL/min, pressão de aspersão de 50 psi e rotação igual a 300 rpm. Verificou-se também que 1 minuto de aplicação e 1 minuto apenas de rotação, após cessar a deposição de polímero, foi o tempo ideal para produzir materiais homogêneos.

Pelo ângulo de contato, constatou-se uma leve diminuição na hidrofobicidade do material com a adição das AgNPs, o que não é desejável para embalagens de papel. Entretanto, os revestimentos ainda apresentaram ângulos de contato acima de 90°, caracterizando-se como hidrofóbicos.

Perspectivas

Nesse trabalho foi verificada a viabilidade do uso da técnica de SBSp para produção de embalagens celulósicas ativas com AgNPs ancoradas na superfície externa do revestimento polimérico. A partir da combinação dos parâmetros estudados, obteve-se revestimentos uniformes e hidrofóbicos.

Assim, a pesquisa apresenta potencial de inovação na área de embalagens celulósicas, visto que busca minimizar riscos ambientais pela síntese biogênica das AgNPs; potencializar a atividade antimicrobiana das AgNPs por ancorá-las na superfície externa do revestimento e conseqüentemente, reduzir o teor de AgNPs utilizado nas embalagens ativas para uma mesma eficácia antimicrobiana; reduzir a espessura do revestimento polimérico, reduzindo custo e poupando materiais; e aumentar o tempo de prateleira dos alimentos, reduzindo o desperdício.

REFERÊNCIAS

BATTISTI, R. Desenvolvimento de folha celulósica com revestimento biodegradável e ações antimicrobiana e antioxidante para uso como embalagem ativa em carne bovina fresca. 2016. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2016.

BAUER, R. G. **Styrene- Butadiene Rubbers**. The Vanderbilt Rubber Handbook, R. T. Vanderbilt Company, Inc., Norwalk, 1978.

CASTRO-MAYORGA *et al.* On the Use of the Electrospinning Coating Technique to Produce Antimicrobial Polyhydroxyalkanoate Materials Containing In Situ-Stabilized Silver Nanoparticles. **Nanomaterials**, v. 7, ed. 1, 2016. DOI doi:10.3390/nano7010004

FERREIRA, T. P. M; MEDEIROS, E. S.; SANTOS, A. S. F. **Revestimentos poliméricos com ação antimicrobiana**. UFPB. Patente no. BR 10 2018 076671 6, 2018.

FERREIRA *et al.* Antimicrobial coatings based on poly(dimethyl siloxane) and silver nanoparticles by solution blow spraying. **Progress in Organic Coatings**, v. 133, n. February, p. 19–26, 2019.

FERREIRA, T. P. M. **Desenvolvimento de filmes de PVOH/NCC revestidos com nanopartículas de prata para aplicação como embalagens flexíveis ativas**. 2021. Tese (Doutorado) - Engenharia de materiais, UFPB, João Pessoa, 2021.

GOIS *et al.* Influence of morphology and dispersion stability of CNC modified with ethylene oxide derivatives on mechanical properties of PLA-based nanocomposites. **Polymer Composites**, v. 40, p. E399-E408, 2019.

GUPTA, V.; BISWAS, D.; ROY, S. A. Comprehensive Review of Biodegradable Polymer-Based Films and Coatings and Their Food Packaging Applications. **Materials**, v. 15, 2022. DOI <https://doi.org/10.3390/ma15175899>.

MARTÍNEZ-ABAD, A.; SANCHEZ, G.; LAGARON, J. M.; OCIO, M. J. Influence on the release profiles and antimicrobial performance of electrospun ethylene vinyl alcohol copolymer (EVOH) fiber containing ionic silver ions and silver nanoparticles. **Colloidal Polymer Science**, v. 291, p. 1381-1392, 2013.

MATONIS, V. A. *Contemporary Thermoplastic Materials – Property Chart*. In: Brandrup, J. & Immergut, E.H. ed. **Polymer Handbook**. 2^o ed., New York: John Wiley, 1975, VIII-2.

MEDEIROS *et al.* Solution blow spinning: A new method to produce micro- and nanofibers from polymer solutions. **Journal of Applied Polymer Science**, [S. l.], v. 113, p. 2322- 2330, 27 abr. 2009.

NEPOMUCENO *et al.* Extraction and characterization of cellulose nanowhiskers from Mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.) spines. **Cellulose**, v. 24, p. 119-129, 2017.

SCHADLER *et al.* Designed interfaces in polymer nanocomposites: A fundamental viewpoint. **MRS bulletin**, v. 32, n. 4, p. 335-340, 2007.

SISANTH *et al.* General introduction to rubber compounding. In: PROGRESS in Rubber Nanocomposites. **Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering**, [S. l.], v. 113, p. 1-39, 2017.

SCHMIDT-THÜMMES, J.; SCHWARZENBACH, E.; LEE, D. I. **Applications in the Paper Industry**. In: URBAN, D.; TAKAMURA, K. (ed.). Polymer Dispersions and Their Industrial Applications. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 4, p. 75 (2002).

TATE, D. P. **Butadiene Polymers**. In: MARK, B. L.; OVERBERG, M. (ed.). Encyclopedia of Polymer Science and Engineering. New York: John Wiley & Sons, 2, p.537-579 (1986).

ZHAN *et al.*, Facile in situ synthesis of silver nanoparticles on tannic acid/zein electrospun membranes and their antibacterial, catalytic and antioxidant activities. **Food Chemistry**, v. 330, 2020. DOI <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127172>.

AValiação DA EFICIÊNCIA ABSORVEDORA DAS SUPERFÍCIES SOLARES ENVELHECIDAS

Maycon Fagner de Oliveira Meneses¹; Kelly Cristiane Gomes²

RESUMO

Superfícies seletivas são revestimentos capazes de absorver o máximo da radiação solar incidente e minimizar as perdas térmicas por emissão, tornando os coletores solares mais eficientes. Este estudo avaliou o efeito do tratamento térmico (350 °C por 75h) na eficiência absorvedora e na morfologia dos filmes multicamadas à base de molibdênio e óxido de cromo depositados pela técnica de *Magnetron Sputtering* sob diferentes conjuntos de parâmetros. As amostras foram caracterizadas pela Espectrofotometria UV-Vis-NIR, Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR-NIR e FTIR-ATR), Perfilometria e Microscopia Óptica. As amostras obtiveram uma excelente resposta ao ensaio de envelhecimento, tendo suas propriedades absorvedoras melhoradas na maioria dos casos, sendo consideradas, portanto, como qualificadas pelo critério de desempenho. A cobertura de Cr₂O₃ foi favorável para a absorptância dos filmes, com ganho absoluto de até 4,5%. Desse modo, as absorptâncias totais de todos os filmes produzidos foram inferiores a 85%.

Palavras-Chave: Energia Solar. Coletores Solares. Absorvedores Solares Multicamadas. *Magnetron Sputtering*. Molibdênio. Óxido de Cromo.

¹maycon.menezes@cear.ufpb.br

²gomes@cear.ufpb.br, Desenvolvimento de superfícies solares absorvedoras para aplicação em coletores solares/ Avaliação da eficiência absorvedora das superfícies solares envelhecidas
Telefone: 3216-7570 – E-mail: cgpaic2@gmail.com

APRESENTAÇÃO

A energia é um fator importante para a sociedade moderna, estando presente em diversos setores que envolvem desde a satisfação das necessidades básicas do homem (alimentação, moradia, lazer) até atividades que promovem o desenvolvimento socioeconômico (indústria, comércio, agricultura). Sua demanda aumentou consideravelmente após a Revolução Industrial e foi suprida, principalmente, pela utilização de combustíveis fósseis, levando a um agravamento da degradação ambiental e do efeito estufa (POMPELLI *et al.*, 2011).

Nesse contexto, a busca por fontes renováveis de energia tem-se mostrado como uma alternativa para os danos provenientes dos impactos ambientais decorrentes da utilização de fontes de origem fóssil. Nesse sentido, as energias renováveis vêm ganhando destaque a nível mundial pelo crescimento e fortalecimento de pesquisas envolvendo o seu uso e avanço tecnológico (EDITORIAL, 2015; BERIZZI *et al.*, 2015; UECKERDT; BRECHA; LUDERER, 2015; VOINOV *et al.*, 2015).

Dentre essas fontes, destaca-se a energia solar, cujo aproveitamento pode se dar pela conversão térmica e pela conversão fotovoltaica. Dentro da área térmica, a energia do sol pode ser usada tanto para aquecimento como para geração de eletricidade. Ambas podem ser realizadas através de Sistemas Solares Térmicos (SST) que possuem como componente principal o coletor solar, que é um trocador especial de calor usado para promover o aquecimento do fluido de interesse (WEISS; ROMMEL, 2008; MARTINS, 2010).

No entanto, apesar da conversão solar térmica apresentar uma boa relação custo-benefício (SANI *et al.*, 2012), esta utilização encontra limitações quando se busca aquecer fluidos a temperaturas entre 100 e 400 °C (média temperatura) ou acima de 400 °C (alta temperatura), que estão associadas à alta emissão de calor por radiação e à baixa estabilidade térmica e óptica dos materiais nas faixas de temperatura descritas (INCROPERA *et al.*, 2019).

Como a emissão de calor por radiação é um fenômeno de superfície (INCROPERA *et al.*, 2019), foi proposto que os coletores solares fossem revestidos com materiais que

fossem bons absorvedores de radiação, bem como emitissem pouco calor (SHAFFER, 1958; KOKOROPOULOS *et al.*, 1959; TABOR, 1961; TEXEIRA; CARVALHO; LEITE, 2011).

Esse tipo de revestimento foi, inicialmente, proposto por Tabor (1961), sendo chamado de Superfície Solar Seletiva (SSS), cuja característica principal é a seletividade óptica, que consiste na capacidade de aumentar a absorção da radiação solar e reduzir as perdas térmicas por emissão na faixa do infravermelho (PETITJEAN; VANDER POORTEN, 1980; NAHA; MO; IGNATIEV, 1989; EHRMANN; REINEKE-KOCH, 2012; MEDEIROS *et al.*, 2019).

São diversos os parâmetros que influenciam na eficiência dessas superfícies e, portanto, muitos estudos (KRENZINGER; 1970; LEE, 2007; MARTINS, 2010; NUNES *et al.*, 2018; MEDEIROS *et al.*, 2019; SILVA NETO *et al.*, 2019) vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de melhorar seu desempenho. Pode-se destacar, dentre esses parâmetros, tanto o tipo de material utilizado, quanto o método de fabricação. Estes, podem promover modificações nas propriedades ópticas (absortância e emitância) e morfológicas do revestimento, como a sua espessura, homogeneidade, microestrutura e rugosidade superficial (MADHUKESHWARA; PRAKASH, 2012; AMRI *et al.*, 2013; ATKINSON *et al.*, 2015; MEDEIROS *et al.*, 2017).

Além disso, é necessário que a técnica escolhida para deposição dos filmes garanta uma conversão solar térmica homogênea ao longo do coletor, como também uma boa aderência entre o substrato metálico e o revestimento seletivo, podendo ser fabricadas por Eletrodeposição, Evaporação, Pintura, Spray-pirólise, Sol-gel, Pulverização Catódica (*Sputtering*), entre outras (SANI *et al.*, 2012; SELVAKUMAR; BARSHILIA, 2012; JOLY *et al.*, 2013; ATKINSON *et al.*, 2015; NUNES *et al.*, 2018; SILVA NETO *et al.*, 2019).

Dentre elas, destaca-se a técnica de Pulverização Catódica (*Sputtering*), que garante o crescimento homogêneo do revestimento, bem como um controle satisfatório da sua deposição, a obtenção de espessuras nanométricas e até mesmo produzir filmes em multicamadas e/ou materiais compósitos. Ademais, a mesma é considerada limpa por não gerar volume considerável de resíduos a serem descartados após o processo de fabricação, o que é relevante para o mercado de energia solar, devido à sua sensibilidade às questões ecológicas (MARTINS, 2010; SELVAKUMAR; BARSHILIA, 2012).

Dessa forma, muitas SSS têm sido fabricadas com êxito pela técnica de *Sputtering*, a exemplo do revestimento à base de molibdênio e óxido de cromo, resultando em alta

absortância (95%) e baixa emitância (< 30%) com estabilidade térmica até 425 °C (KENNEDY, 2002).

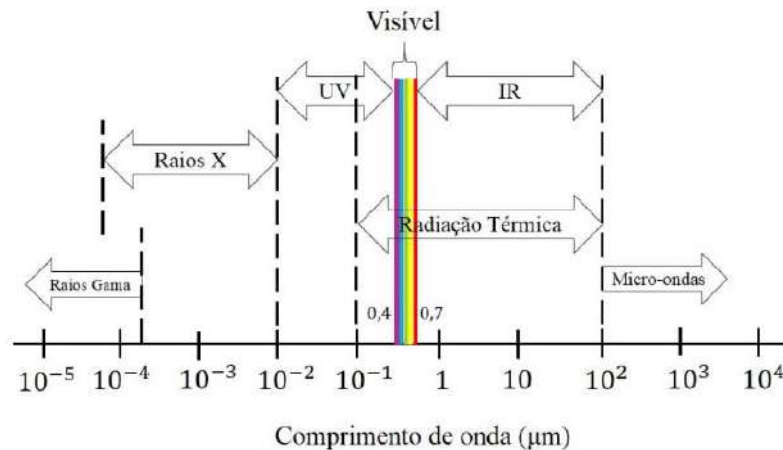
Diante do exposto, o presente estudo se justifica devido à:

- Necessidade do uso de energias renováveis, em especial a energia solar, devido à diminuição dos recursos fósseis e aos esforços de mitigar os impactos ambientais originados de seu uso;
- Necessidade de transpor as limitações do processo de conversão solar térmica, relacionadas principalmente aos materiais dos componentes necessários e à sua durabilidade;
- Necessidade de dominar uma técnica de deposição eficaz na produção de filmes absorvedores;
- Necessidade do entendimento de como os parâmetros de deposição podem influenciar nas propriedades ópticas das superfícies seletivas;
- O objetivo principal deste trabalho é avaliar a eficiência absorvedora das Superfícies Solares Multicamadas Envelhecidas (Mo/Cr₂O₃). Pode-se destacar como objetivos específicos do trabalho:
- Obter filmes finos à base de molibdênio (Mo) e de óxido de cromo III (Cr₂O₃) utilizando a técnica de *Magnetron Sputtering*;
- Estudar o processo de *Magnetron Sputtering* como uma técnica favorável à obtenção de superfícies multicamadas absorvedoras;
- Avaliar as propriedades ópticas e morfológicas dos filmes finos produzidos nesta pesquisa e obtidos via *Magnetron Sputtering*;
- Avaliar o efeito do tratamento térmico nas propriedades ópticas e morfológicas dos filmes envelhecidos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Sabe-se que toda e qualquer radiação é composta por ondas eletromagnéticas, as quais transportam energia, podendo se propagar no vácuo ou em meio material (INCROPERA *et al.*, 2019). As ondas eletromagnéticas são caracterizadas pela sua frequência (f) e comprimento de onda (λ), sendo então classificadas conforme o espectro eletromagnético da Figura 01.

Figura 01 — Espectro da Radiação Eletromagnética.



Fonte: Medeiros (2020), adaptado do Incropera *et al.* (2019).

A porção intermediária do espectro da Figura 01, que se estende de $0,1$ até $100 \mu\text{m}$ e que inclui uma fração do ultravioleta (UV), todo o visível (Vis) e infravermelho (IR) é chamada de radiação térmica, uma vez que é originada pela energia interna da substância, que é uma combinação de vibrações/rotações moleculares e transições eletrônicas, sendo tal radiação a causa e o efeito do estado térmico (temperatura) da matéria (HALLIDAY *et al.*, 2010; INCROPERA *et al.*, 2019).

Tudo que nos rodeia emite radiação térmica constantemente e a propriedade que representa as características de emissão desses corpos é chamada de emissividade. Basicamente, quanto maior o seu valor, maior é a taxa de radiação emitida e, portanto, maiores são as perdas térmicas do material para o ambiente. Vale destacar que a taxa de radiação emitida também se eleva com o aumento da temperatura da superfície (ÇENGEL *et al.*, 2012).

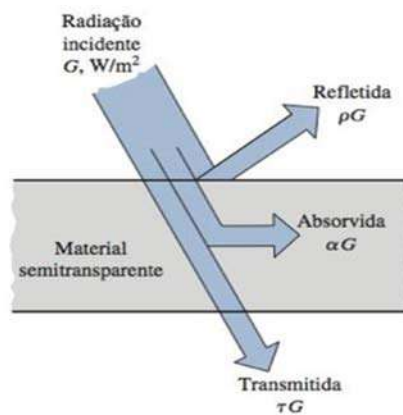
Além da propriedade relacionada com a energia emitida, existem importantes propriedades relacionadas com a energia incidente. Quando um fluxo de radiação incide sobre a superfície de um corpo, essa radiação poderá ser refletida na superfície e retornar para o meio de origem, poderá penetrar o corpo e atravessá-lo, ou ainda penetrar o corpo, sendo por ele absorvida (ÇENGEL *et al.*, 2012). Essas interações podem ser observadas na Figura 02.

As interações citadas estão sempre presentes quando um feixe de radiação atinge uma superfície qualquer. Desse modo, a energia que chega na superfície é fracionada, e o

valor relativo dessas parcelas depende da natureza da superfície e da radiação que a atinge (ÇENGEL *et al.*, 2012). São essas parcelas que constituem as propriedades radiantes da matéria: Absortância (α), Reflectância (ρ) e Transmitância (τ). A relação entre elas pode ser obtida baseando-se no princípio da conservação da energia, sendo dada conforme a Eq. (1):

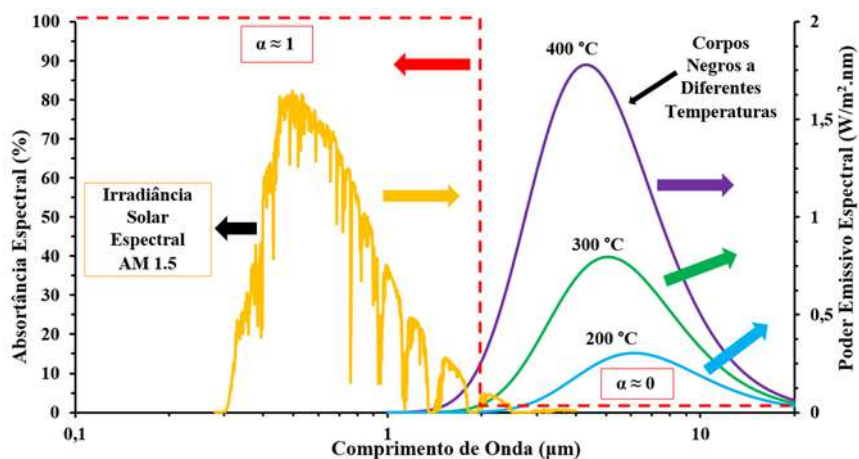
$$\alpha + \rho + \tau = 1 \quad \text{Eq. (1)}$$

Figura 02 — Frações da Radiação Incidente sobre uma Superfície.



Fonte: ÇENGEL *et al.*, 2012.

Figura 03 — Comportamento Ideal de uma Superfície Solar Seletiva com $\lambda c = 2 \mu\text{m}$.



Fonte: Adaptado de Soares (2012).

Uma superfície solar ideal absorve ao máximo toda a radiação na faixa de comprimento de onda de 0,3 a 2 μm , que é onde se concentra boa parte da irradiância

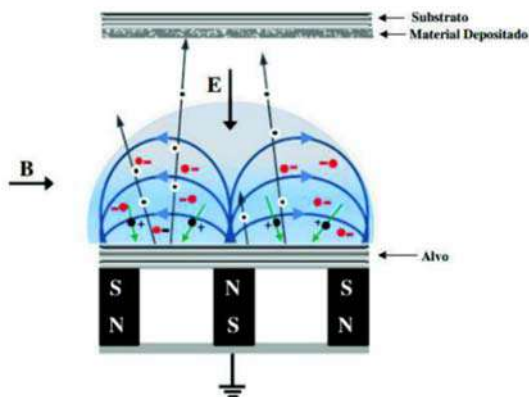
solar. Ao mesmo tempo, essa superfície deve emitir o mínimo possível acima do comprimento de onda de corte ($\lambda_c = 2 \mu\text{m}$), que é a região espectral onde os corpos emitem radiação, os quais estão representados pela emissão ideal de corpos negros a diferentes temperaturas conforme o gráfico da Figura 03 (SHI; YANG, 1999; KENNEDY, 2002; MARTINS 2010; ÇENGEL *et al.*, 2012).

A busca por melhores desempenhos das SSS levou ao desenvolvimento de diferentes tipos de revestimento, que se diferenciam pelos seguintes aspectos (MEDEIROS *et al.*, 2017): i) utilização de materiais absorvedores com seletividade intrínseca; ii) superposição de diferentes revestimentos; iii) texturização de superfícies (armadilhas ópticas); iv) emprego de materiais compósitos, e; v) combinações dos vários aspectos listados acima.

A pulverização catódica (*Sputtering*) é uma técnica de deposição física de vapor (*Physical Vapour Deposition* - PVD), que consiste na ejeção de átomos ou moléculas de um alvo sólido através da transferência de momento linear resultante da colisão de íons energéticos gerados em um plasma de descarga luminescente, situado na frente do alvo. O processo de bombardeamento provoca a erosão da superfície do alvo, pulverizando suas partículas e passando-as para fase de vapor, que então se condensam num substrato como uma película fina, formando o revestimento (BUNSHAH, 1994; KELLY; ARNELL, 2000; MARTINS, 2010).

No entanto, o modo básico desta técnica foi aprimorado pelo desenvolvimento do *Magnetron Sputtering* (Figura 04), ao confinar os elétrons perto da superfície do alvo (plasma denso) fazendo uso de um campo magnético, o que leva ao aumento do bombardeio iônico do alvo, dando maiores taxas de pulverização e de deposição no substrato com baixas pressões (10^{-3} mbar) e tensões operacionais (-500V) comparadas ao modo de *Sputtering* básico (10^{-2} mbar e entre -2 a -3 kV) (KELLY; ARNELL, 2000; GOMES, 2001; LEE *et al.*, 2004; PARK *et al.*, 2005; JUANG *et al.*, 2010; MARTINS, 2010).

Figura 04 — Sistema de *Magnetron Sputtering*.



Fonte: Adaptado de Bergmann e Rosello (2013).

METODOLOGIA

Esta pesquisa foi desenvolvida nos Laboratórios de Síntese e Caracterização de Filmes Finos (LabFilm/CEAR), de Tecnologia de Novos Materiais (TECNOMAT/CT) e no Laboratório Integrado de Biomateriais (LABIO/CCS) do Campus I da UFPB. Logo, para alcançar os objetivos da pesquisa, foi realizado o seguinte planejamento experimental:

- i) Realização do tratamento superficial e limpeza dos substratos;
- ii) Determinação dos parâmetros de deposição no *Magnetron Sputtering*;
- iii) Obtenção de filmes multicamadas à base de molibdênio e de óxido de cromo III;
- iv) Caracterização óptica e morfológica dos filmes obtidos;
- v) Realização do ensaio de envelhecimento dos filmes (tratamento térmico);
- vi) Caracterização óptica e morfológica dos filmes envelhecidos.

Diante do exposto, o seguinte fluxograma sintetiza toda a sequência experimental adotada neste projeto, reunindo todas as etapas realizadas conforme ilustra a Figura 05.

No presente estudo, foram utilizados substratos de aço inoxidável AISI 304 (30 x 30 mm), os quais foram tratados superficialmente com o eletropolimento. Após essa etapa, todos os substratos usados nesta pesquisa foram limpos em banho ultrassônico e posteriormente armazenados para a deposição dos filmes.

O eletropolimento é uma técnica de acabamento químico, pela qual íons metálicos são removidos eletroliticamente da superfície de um metal, o que minimiza a microrrugosidade das superfícies (ABNT, 2020). Desse modo, o polimento eletrolítico é

responsável por remover uma fina camada de material metálico da superfície da amostra através de um tratamento anódico (Figura 06b), resultando em uma superfície mais lisa, brilhante e descontaminada (LIN; HU, 2008). O eletropolimento foi realizado em uma solução ácida de 300 mL, cuja proporção dos componentes foi baseada no trabalho de Lin e Hu (2008) (Figura 06c).

Durante a montagem, uma malha de aço inoxidável AISI 304 (80 mm x 300 mm) foi colocada em um béquer, parcialmente submersa na solução ácida, conectada ao polo negativo de uma fonte de tensão de corrente contínua. Os substratos foram totalmente imersos na solução, envoltos pela malha, e conectados ao polo positivo da fonte de tensão (Figura 06a).

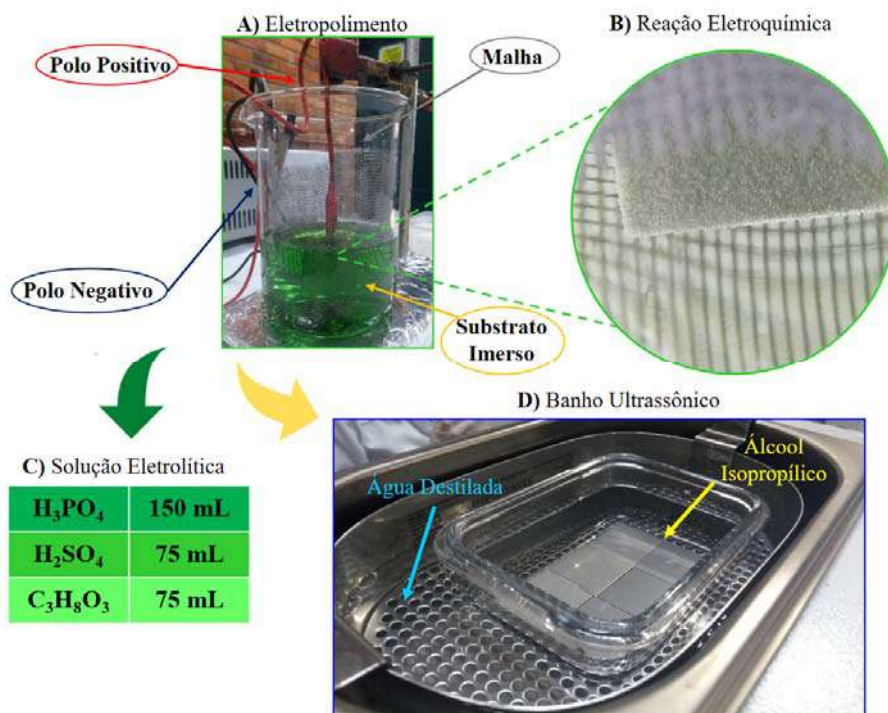
Para isso, foi utilizada uma fonte de 6 V de tensão (Agilent, modelo E3631A), operando com uma corrente estável de 1,35 A, conferindo homogeneidade no processo. Em seguida, os substratos foram eletropolidos, um a um, durante 10 minutos e depois foram enxaguados em água destilada e secos com papel absorvedor.

Figura 05 - Fluxograma Experimental.



Fonte: o Autor (2021).

Figura 06 - Ilustração Esquemática do Eletropolimento e da Limpeza dos Substratos.



Fonte: o Autor (2021).

Após o tratamento eletrolítico, os substratos foram imersos em um banho ultrassônico com álcool isopropílico por 15 minutos sob uma temperatura de 25 °C e em seguida secos com jato de ar quente. O objetivo desta limpeza é prevenir a formação de manchas d'água, garantindo que nenhum subproduto da solução química seja deixado na superfície da amostra, na tentativa de também eliminar quaisquer outras impurezas que pudessem interferir nos resultados e garantir uma boa adesão entre o filme e o substrato. O equipamento utilizado foi o Banho Maria Digital modelo CE-160/30 – MAG, fabricado pela Cienlab (Figura 06d).

A deposição dos filmes foi realizada com a utilização de um Sistema *Sputtering* RF Orion 5, fabricado pela empresa *AJA International Inc.*, pertencente ao Laboratório de Síntese e Caracterização de Filmes Finos (LabFilm/CEAR/UFPB). Para a deposição de cada uma das camadas do filme, foram empregados 2 alvos comerciais, cujas características técnicas estão especificadas na Tabela 01.

Antes da deposição da camada absorvedora, realizou-se um “pré-sputtering” com o objetivo de remover uma possível camada de óxido no respectivo *target* (alvo metálico) quando em contato com o ar atmosférico, evitando assim contaminação durante a

deposição das amostras. Para a camada dielétrica (alvo de Cr_2O_3) não se faz necessário este procedimento devido se tratar de um material óxido.

Ressalta-se que para uma mesma potência fornecida, a taxa de partículas pulverizadas é diferente para cada material, em virtude da natureza das suas ligações químicas, nos quais alguns apresentam maior dificuldade para ejetar suas partículas, como é o caso dos óxidos cerâmicos, enquanto que outros têm seus átomos arrancados mais facilmente, a exemplo dos metais. Desse modo, foi estabelecido um tempo maior de deposição para o Cr_2O_3 (2 horas), para obter uma espessura mínima razoável.

A variação da potência e do tempo de deposição para a camada metálica também são parâmetros investigados nesse trabalho, já que a combinação destes promovem diferentes espessuras, o que pode afetar as propriedades ópticas dos filmes multicamadas. Diante do exposto, reunindo todos os parâmetros discutidos, foram adotadas nomenclaturas para as amostras (Tabela 02).

Tabela 01 - Especificações Técnicas dos Alvos Comerciais.

Alvo	Pureza	Diâmetro	Espessura	Fabricante
Mo	99,97%	2" (50,8 mm)	0,25" (6,35 mm)	<i>AJA International Inc.</i>
Cr_2O_3	99,99%	2" (50,8 mm)	0,118" (3 mm)	<i>Macashew Tecnologias LTDA</i>

Tabela 02 - Nomenclatura das Amostras desta Pesquisa³.

Amostras	Configuração	Potência (W) camada metálica	Tempo de Deposição	
			Mo	Cr ₂ O ₃ (60 W)
A0	Substrato AISI 304	-	-	-
A1		60	60 min.	-
A2		60	60 min.	2h
A3	Mo + Cr ₂ O ₃	60	30 min.	2h
A4		80	30 min.	2h
A5		80	60 min.	2h

Para a deposição da camada absorvedora, o alvo de Mo e os substratos de aço inoxidável foram posicionados na câmara de vácuo a uma distância de 158 mm entre si. A câmara foi evacuada com auxílio de uma bomba até a pressão de 1×10^{-5} Torr ($1,33 \times 10^{-3}$ Pa) e na sequência iniciou-se a injeção do gás para a formação do plasma. O gás utilizado foi o Argônio 5.0, com fluxo para a câmara de 10 sccm, estabelecendo um novo equilíbrio de pressão a $5,0 \times 10^{-3}$ Torr (0,7 Pa), que foi a pressão aplicada ao longo de todo o processo de deposição. Durante todo o processo, o substrato rotacionou com velocidade constante de 20 rpm. Este mesmo procedimento foi realizado para deposição da camada antirreflexiva de Cr₂O₃.

O envelhecimento pode ser entendido como um processo de degradação de um material qualquer. Desse modo, os mecanismos de envelhecimento são processos de alteração das propriedades e funcionalidades de um determinado material, sendo resultantes de processos termodinâmicos fora do estado de equilíbrio. Os principais mecanismos são a difusão molecular e a oxidação térmica, ambas fortemente influenciadas pelas alterações na sua microestrutura (ZHANG *et al.*, 2017).

Tais mecanismos estão associados à estabilidade térmica do material, à qual se refere a capacidade de manter sua estrutura, propriedades e desempenho quando submetido a diferentes temperaturas de trabalho (ZHANG *et al.*, 2017), sendo um dos

³As deposições foram realizadas em triplicatas para cada conjunto de condições, totalizando 18 amostras.

parâmetros mais relevantes para avaliar a durabilidade e vida-útil dos absorvedores solares, uma vez que esses revestimentos estão constantemente expostos a diferentes condições climáticas (chuva, sol, granizo, nuvens, poluição) e a grandes variações de temperatura ao longo do ciclo dia-noite.

Nesse sentido, as trélicas das amostras foram colocadas em um mufla (fabricante Zezimaq, modelo 2000-F) e submetidas a um tratamento térmico a 350 °C por 75h. Após esse período, a mufla foi desligada e as amostras foram mantidas até o seu resfriamento completo, em seguida foram retiradas da mufla e encaminhadas para as análises de caracterização.

As propriedades ópticas dos filmes foram acessadas utilizando um Espectrofotômetro na região do Ultravioleta, Visível e parte do Infravermelho próximo (UV-Vis-NIR), fabricado pela Shimadzu (modelo UV-2600), operando na região entre 220 e 1400 nm com medidas de reflectância total e difusa, utilizando o acessório esfera de integração, o qual permite a análise das propriedades ópticas em todas as direções, sendo em seguida determinada suas absortâncias espectrais em função apenas da reflectância total espectral (Equação 1), visto que as amostras podem ser consideradas opacas. A partir da absortância espectral e da irradiância do espectro solar $G(\lambda)$, foi possível calcular a absortância solar (α_s) dos filmes pela Equação (2), sendo resolvida por um método de integração numérica (regra dos trapézios).

Ressalta-se que a reflectância total (ρ_{tot}) é a soma da reflectância especular (ρ_{esp}) e da reflectância difusa (ρ_{dif}), de modo que com o auxílio da Equação (3) foi possível obter a reflectância solar difusa (ρ_s), imprescindível para a interpretação dos resultados.

Já o Critério de Desempenho (CD) usado para avaliar a eficiência dos filmes envelhecidos em temperaturas superiores a 100 °C é dado pela equação (4), onde $\Delta\alpha_s$ é a variação da absortância e $\Delta\varepsilon$ é a variação da emitância durante o envelhecimento (Brunold *et al.*, 2000).

$$\alpha_s = \frac{\int_{280}^{1400} (1 - \rho_{tot}) \cdot G(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{280}^{1400} G(\lambda) \cdot d\lambda} \quad \text{Eq. (2)}$$

$$\rho_s = \frac{\int_{280}^{1400} \rho_{dif} \cdot G(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{280}^{1400} G(\lambda) \cdot d\lambda} \quad \text{Eq. (3)}$$

$$CD = -\Delta\alpha_s + 0,5\Delta\varepsilon \leq 0,05 \quad \text{Eq. (4)}$$

A perfilometria óptica é uma técnica de caracterização que permite a obtenção de perfis topográficos de superfícies em escala nanométrica, de modo que ela foi realizada a fim de determinar a rugosidade superficial dos revestimentos depositados. Para tal foi utilizado um perfilômetro óptico sem contato modelo CCI MP, fabricado pela Taylor Hobson, conectado a uma unidade computadorizada utilizando o *software* Taysurf CCI (Taylor Hobson, Inglaterra) para obtenção e análise dos dados.

A espectroscopia de infravermelho, além de possuir alta sensibilidade e resolução, pode ser usada para obter a reflectância difusa na região do NIR com os dados medidos no modo transmitância, no intervalo de número de onda de 4000~10000 cm^{-1} (2500~1000 nm). O equipamento utilizado é o espectrofotômetro IR-Tracer-100, fornecido pela Shimadzu, com acessório de esfera de integração (IntegratIR), captando a radiação refletida em todas as direções (perspectiva esférica).

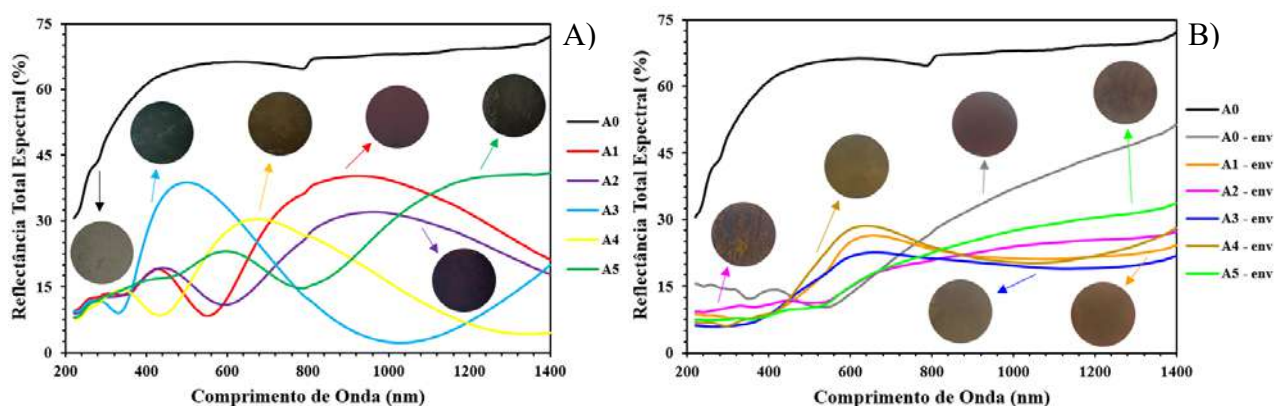
Além disso, com essa mesma técnica e utilizando o acessório de Refletância Total Atenuada (ATR), é possível identificar a presença de espécies químicas tanto orgânicas quanto inorgânicas nos filmes depositados por meio da análise vibracional das moléculas no modo transmitância, no intervalo de número de onda de 600~4000 cm^{-1} (16666~2500 nm).

Para o estudo das características microestruturais dos filmes depositados, foram realizadas análises no microscópio óptico. Como o material analisado é opaco, apenas sua superfície foi observada, de modo que a imagem gerada é resultado das diferenças de refletividade nas várias regiões da microestrutura do filme. O equipamento utilizado foi um microscópio óptico, fabricado pela Quimis®, modelo Q7709ST-ACK com lente objetiva de 4x e uma lente ocular de 10x, totalizando, assim, uma ampliação de 40x.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os filmes obtidos por *Magnetron Sputtering* sobre substratos tratados com eletropolimento foram expostos à radiação na faixa do UV-Vis-NIR (220 a 1400 nm), para obtenção da reflectância total espectral. A Figura 07 ilustra as curvas espectrais obtidas.

Figura 07 - Reflectância Total Espectral das Amostras Como-Depositadas (a) e Envelhecidas (b).



Fonte: o Autor (2022).

Desse modo, percebe-se que a deposição dos filmes como-depositados sobre os substratos trouxe um ganho bastante razoável na absorção do conjunto, dada a queda da reflectância do substrato de aço inoxidável puro (A0) de 65% para a ordem de 15% a 30% com a cobertura de Mo e Cr₂O₃, indicando a sua natureza absorvedora a partir da combinação desses materiais.

Também é possível perceber o comportamento espectral distinto devido às diferentes condições de deposição, que proporcionaram diferentes espessuras de filme, com curvas oscilatórias ao longo do espectro, típico da interação óptica com filmes finos, com destaque para a amostra A3 (Mo - 60 W e 30 min.), que teve pico de reflexão acima de 38% em 500 nm e alta absorção em torno de 1000 nm (reflectância total inferior a 2%).

Nota-se ainda que a adição da camada de óxido de cromo III (Cr₂O₃) no filme A1 proporcionou um aumento na absorção da radiação solar, em virtude da redução da reflectância em boa parte do espectro (600 a 1400 nm), conforme observado no espectro do filme A2.

Após o tratamento térmico (Figura 07b), é possível notar que as amostras apresentaram curvas espectrais mais estáveis opticamente, com menor caráter oscilatório.

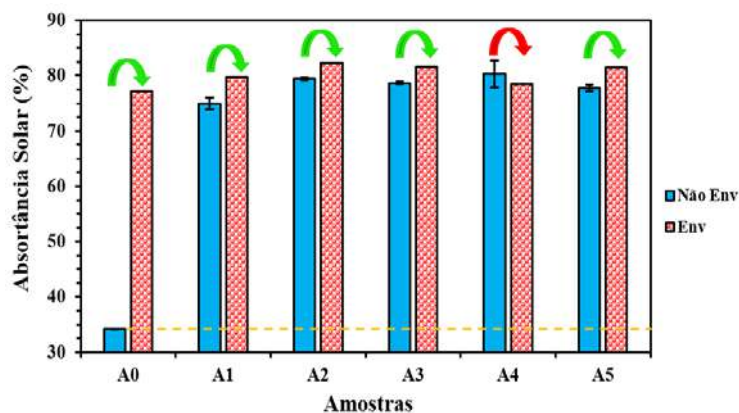
A partir dos espectros obtidos na Figura 07, foi possível calcular a absortância solar bem como o desvio padrão amostral de cada condição, conforme apresentado na Tabela 03. O gráfico da Figura 08 foi construído a partir desses dados. Ressalta-se que o desvio

padrão não foi calculado para as amostras envelhecidas porque apenas as tréplicas foram submetidas ao tratamento térmico.

Tabela 03 - Absortância Solar Média e Desvio Padrão dos filmes produzidos.

Amostras	Absortância Solar (%)	Amostras	Absortância Solar (%)
A0	34,19 ± 0,11	A0 - env	77,28
A1	75,00 ± 1,05	A1 - env	79,79
A2	79,47 ± 0,24	A2 - env	82,40
A3	78,70 ± 0,23	A3 - env	81,59
A4	80,33 ± 2,43	A4 - env	78,55
A5	77,83 ± 0,55	A5 - env	81,45

Figura 08 - Níveis de Absorção das Amostras Como-Depositadas e Envelhecidas.

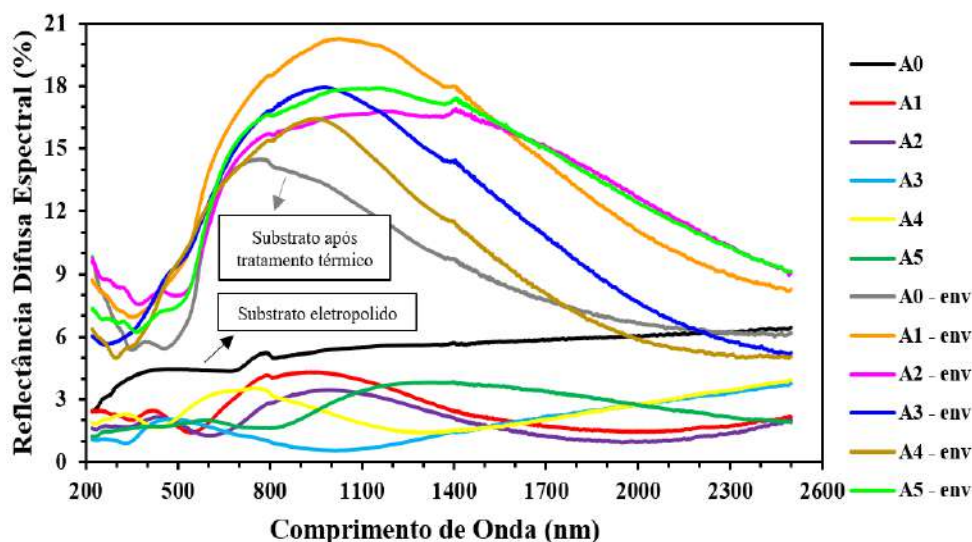


Fonte: o Autor (2022).

Observando a Figura 08, nota-se que a absortância solar dos filmes como-depositados se encontra no nível de 75~80% e, portanto, não podem ser considerados revestimentos altamente absorvedores (> 85%) (XIAO *et al.*, 2011). No entanto, a deposição de Mo e Cr₂O₃ melhorou consideravelmente o nível de absorção do substrato de aço inoxidável 304 (A0), com aumento absoluto de até 46%. Destaca-se também os desvios padrões obtidos menores que 1% na maioria das condições, indicando a alta reprodutibilidade pelo *Magnetron Sputtering*. É possível verificar que a maioria das

amostras exibiram melhor eficiência com um aumento de absorção após o tratamento térmico, com destaque para o filme A2 com 82,40% de absortância solar, que teve um ganho de 2,93%.

Figura 09 - Espectros de Reflectância Difusa para as Amostras Como-Depositadas e Envelhecidas.



Fonte: o Autor (2022).

A Figura 09 ilustra os espectros de reflectância difusa das amostras antes e depois do tratamento térmico na faixa de 220 até 2500 nm. As curvas foram obtidas pela união dos gráficos da espectrofotometria no UV-Vis-NIR e da espectroscopia no FTIR-NIR, por interpolação, de modo a minimizar os valores de erro instrumental associados aos 2 equipamentos usados.

Observando-a, percebe-se que o eletropolimento proporcionou aos filmes valores de reflectância difusa bastante reduzidos, menores que 6%, apresentando comportamentos mais constantes ao longo do espectro quando comparadas com as amostras envelhecidas, as quais tiveram um aumento na reflexão difusa, com picos de reflectância na ordem de 14~21% entre os comprimentos de onda de 800 a 1000 nm.

A partir da Equação 3 foi possível calcular a reflectância solar difusa e o seu respectivo desvio padrão amostral para cada condição com base nos espectros da Figura 09. Esses dados estão apresentados na Tabela 04 e foram plotados no gráfico da Figura 10.

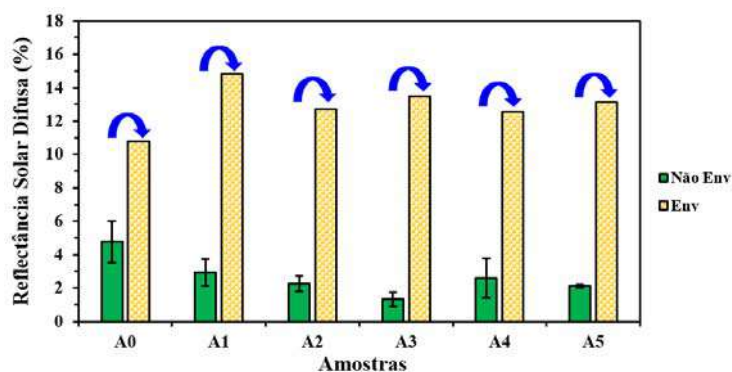
Ao visualizar a Figura 10, é bem evidente o baixo nível de reflectância difusa para as amostras tratadas com eletropolimento, na ordem de 1% a 5%, muito provavelmente porque o polimento eletrolítico tem uma grande capacidade em reduzir a componente difusa de reflexão, devido à sua natureza abrasiva capaz de tornar a superfície mais lisa e, portanto, menos rugosa.

Em contrapartida, após o tratamento térmico, as amostras apresentaram uma maior reflexão solar difusa, na ordem de 10% a 15%. Isso é confirmado pela aparência fosca da superfície das amostras envelhecidas, com a possível formação de óxidos (oxidação térmica), tornando a superfície menos brilhosa.

Tabela 04 - Reflectância Solar Difusa e Desvio Padrão dos filmes produzidos.

Amostras	Reflectância Solar Difusa (%)	Amostras	Reflectância Solar Difusa (%)
A0	4,77 ± 1,24	A0 – env	10,78
A1	2,94 ± 0,81	A1 – env	14,83
A2	2,26 ± 0,46	A2 – env	12,73
A3	1,33 ± 0,40	A3 – env	13,49
A4	2,59 ± 1,18	A4 – env	12,54
A5	2,11 ± 0,10	A5 – env	13,14

Figura 10 - Valores Médios de Reflectância Solar Difusa dos Filmes Como-Depositados e Envelhecidos.



Fonte: o Autor (2022).

É interessante frisar que a reflexão pode acontecer de 2 maneiras distintas, parte da radiação pode ser refletida difusamente (aleatoriamente e em todas as direções) e parte pode ser refletida de forma especular (reflexão simétrica ao ângulo de incidência), de modo que ambas as reflexões são afetadas pelas condições morfológicas da superfície, como por exemplo, a rugosidade, de maneira que superfícies mais polidas possuem maior reflexão especular, enquanto superfícies mais rugosas possuem maior reflexão difusa (INCROPERA *et al.*, 2019).

A Tabela 05 enumera diversos parâmetros de perfil de rugosidade, como o Ra (desvio médio aritmético), o Rp (altura máxima de pico), o Rv (profundidade máxima do vale) e o Rq (rugosidade quadrática média ou valor eficaz de rugosidade, mais conhecido como valor RMS – *Root Mean Square*). Os resultados que podem ser obtidos pela técnica de perfilometria óptica estão ilustrados e melhor definidos na Figura 11.

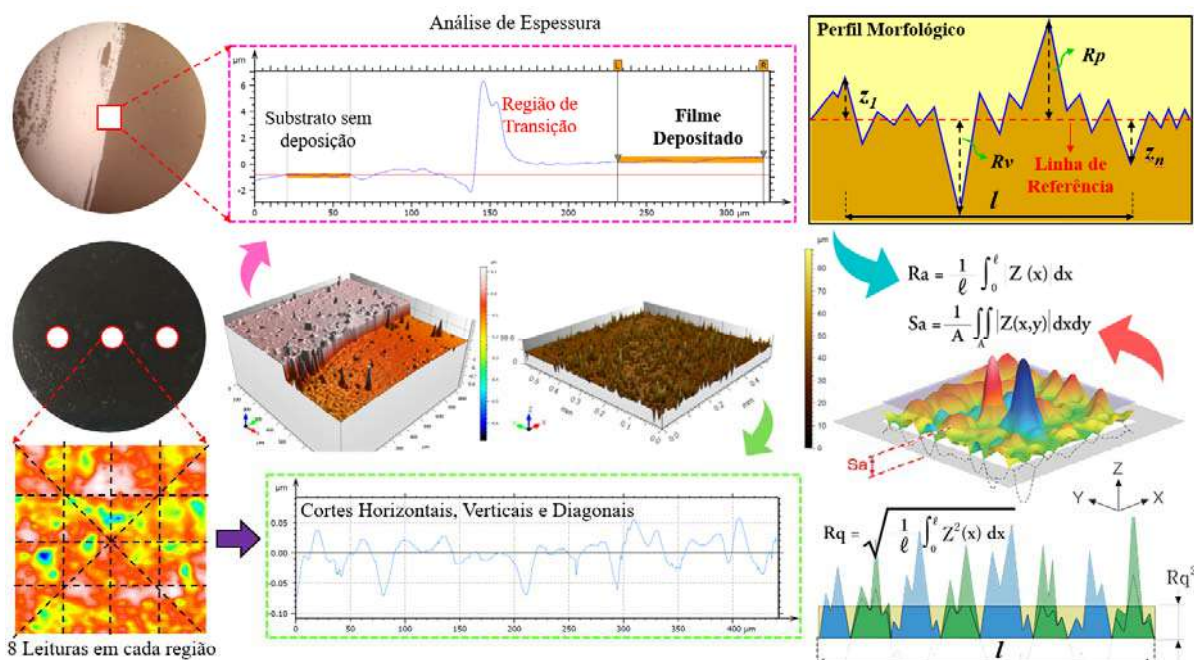
A partir dos dados da Tabela 05, foi possível correlacionar os parâmetros de rugosidade com a reflexão difusa das superfícies conforme os gráficos apresentados na Figura 12.

Ao observá-las, nota-se que superfícies com menores valores de picos (Rp) e vales (Rv) exibem menor nível de reflectância difusa. Fato similar é observado quando os filmes apresentam menores valores de Ra e Rq. Nesse sentido, quanto mais rugosa a superfície, maior é a componente da reflexão difusa, uma vez que a radiação incidente sofre maior espalhamento ao atingir diversos pontos da superfície com diferentes inclinações.

Tabela 05 - Parâmetros de Rugosidade da Superfície e Espessura dos Filmes.

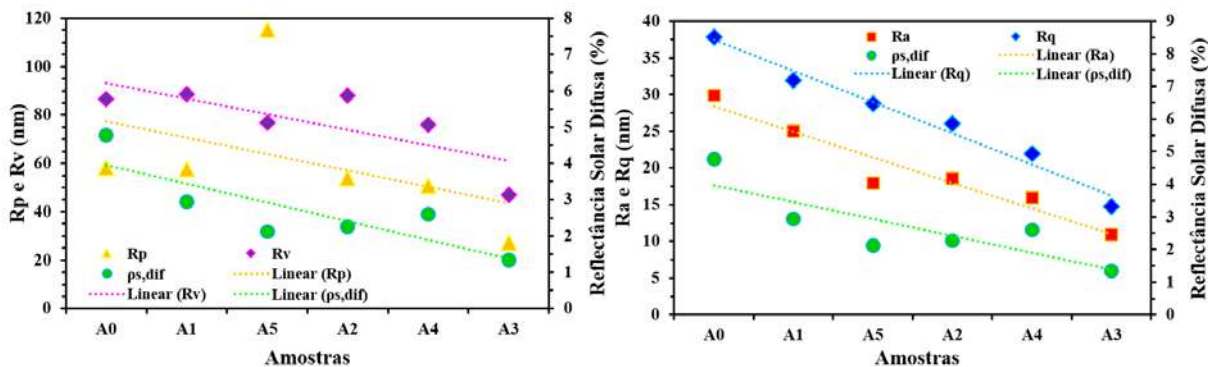
Amostras	Rp (nm)	Rv (nm)	Ra (nm)	Rq (nm)
A0	58,06	86,68	29,88	37,84
A1	57,64	88,59	25,02	31,94
A2	53,88	87,92	18,58	26,08
A3	27,12	46,88	10,88	14,71
A4	50,75	75,92	15,96	21,92
A5	115,25	76,88	17,88	28,71

Figura 11 — Caracterização Morfológica dos Filmes pela Perfilometria Óptica.



Fonte: o Autor (2022).

Figura 12 - Correlação entre Reflectância Difusa e os Parâmetros de Rugosidade.

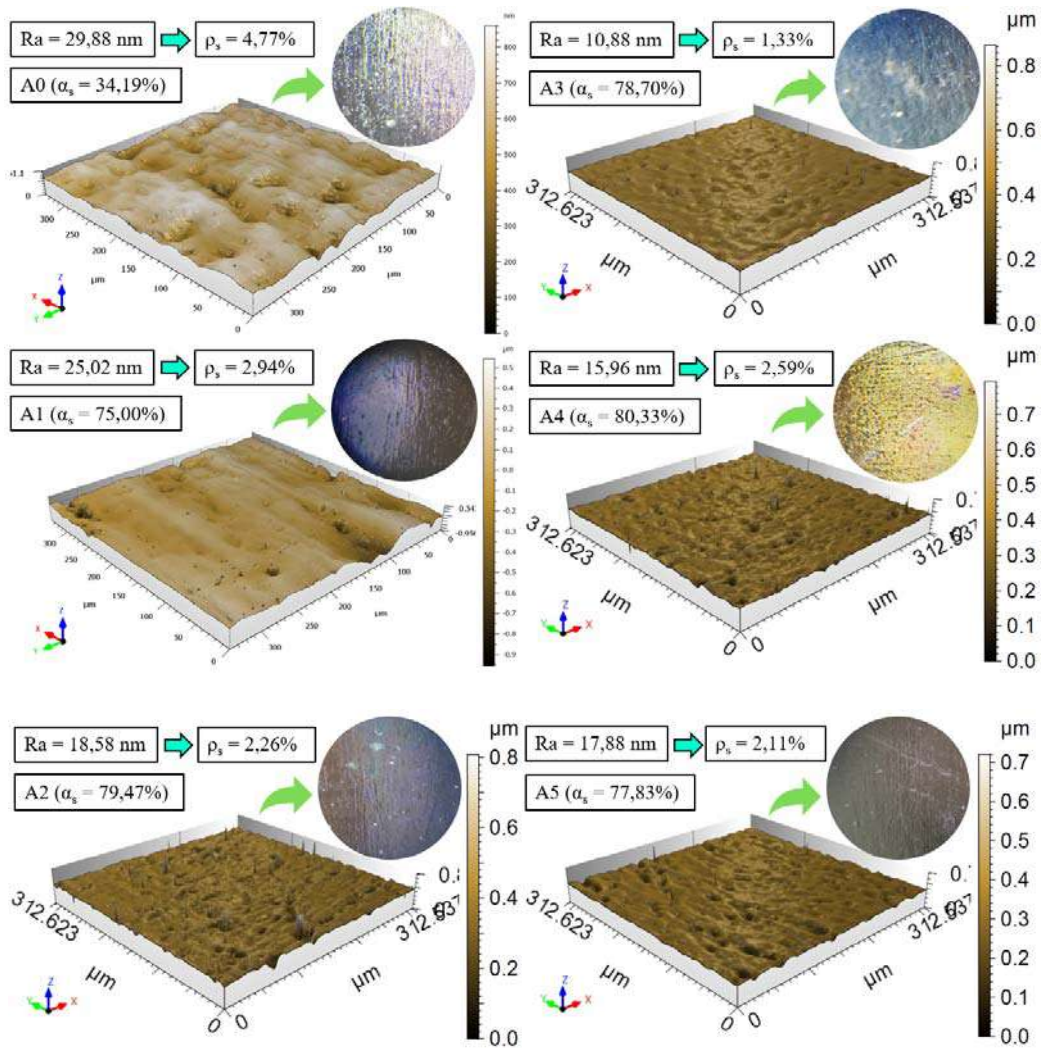


Fonte: o Autor (2022).

A morfologia dos filmes está ilustrada na Figura 13. É possível observar o aspecto mais liso das superfícies, proporcionada pelo eletropolimento, que devido à sua natureza abrasiva, permitiu baixíssima rugosidade superficial, na ordem de 10 a 30 nm (R_a) e de 15 a 40 nm (R_q).

Ressalta-se que em todas as condições de deposição, as amostras apresentaram perfis topográficos bastante homogêneos, o que pode ser atribuído ao tratamento superficial aplicado e à técnica de deposição por *Magnetron Sputtering*.

Figura 13 — Perfis Morfológicos e Fotos da Microscopia das Amostras Como-Depositadas.



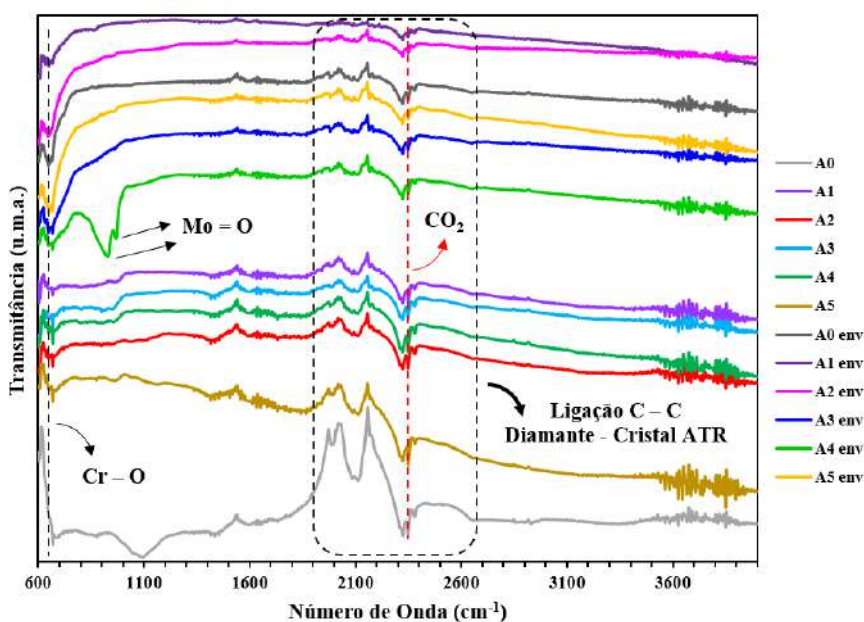
Fonte: o Autor (2022).

Os espectros de infravermelho dos filmes absorvedores podem ser vistos na Figura 14. Nota-se que em todas as amostras envelhecidas, incluindo o substrato e o filme de Mo puro (A1), há um pico em torno de 649 cm^{-1} , vibração característica da ligação Cr – O, indicando a presença da fase $\alpha\text{-Cr}_2\text{O}_3$ (estrutura romboédrica) (GUO *et al.*, 2019; SONE *et al.*, 2016). Isso indica que o óxido de cromo III presente nos filmes multicamadas sofreu cristalização durante o envelhecimento, tendo em vista que a fase cristalina foi identificada apenas após o tratamento.

A partir do espectro do filme A4 envelhecido, é possível perceber a formação de duas bandas de absorção em 931 e 970 cm^{-1} , que são atribuídas à vibração de alongamento da ligação Mo = O, confirmando a presença do trióxido de molibdênio

(MoO₃), sob a forma de estrutura cristalina hexagonal (h-MoO₃) (MYACHINA, GAVRILOVA, NAZAROV, 2021; CHITHAMBARARAJ *et al.*, 2013; CHITHAMBARARAJ; BOSE, 2011).

Figura 14 - Espectros de Infravermelho das Amostras Como-Depositadas e Envelhecidas.



Fonte: o Autor (2022).

Além disso, o pico correspondente à 2357 cm⁻¹ foi identificado em todas as amostras, o qual pode ser atribuído à vibração de moléculas de CO₂ presentes no ar atmosférico (BHARATHY; RAJI, 2018), evidenciando a alta sensibilidade do equipamento. Outros picos e bandas de absorção também foram identificados, nos números de onda de 1970, 2030 e 2160 cm⁻¹ em todos os resultados, de modo que representam as ligações carbono-carbono do diamante presente no cristal-ATR (FANG *et al.*, 2021; NECHAEV; KHOKHRYAKOV, 2013).

Ao observar as micrografias da Figura 15, notam-se diferentes colorações para cada condição de amostra, o que pode ser confirmado pelos espectros de reflectância total e difusa (Figuras 07 e 09), onde o pico de reflexão que ocorre na faixa do visível (400~800 nm) representa a cor percebida. Isso se deve provavelmente às diversas condições de deposição para filmes finos, o que acarretou em diferentes espessuras do material (Mo), gerando diferentes comportamentos ópticos ao interagir com o substrato. É evidente

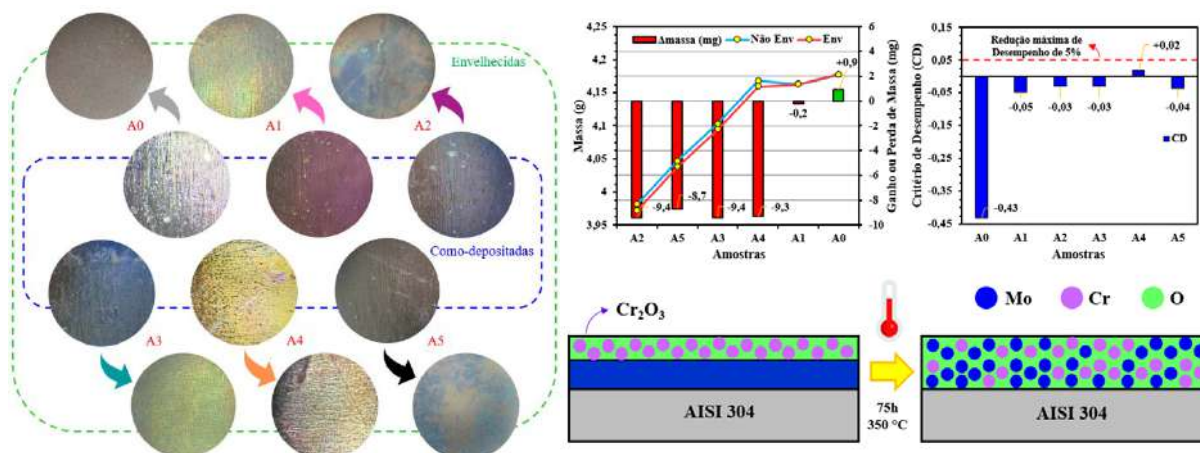
também que o tratamento térmico afetou a sua aparência, deixando a superfície mais fosca e menos brilhante.

A avaliação das superfícies absorvedoras é feita de acordo com suas propriedades ópticas através do critério de desempenho (CD), que deve ser menor ou igual a 0,05, para que o revestimento seja considerado como qualificado. Dessa maneira, desconsiderando a variação da emitância no decorrer do tratamento térmico, todas as amostras produzidas atenderam aos requisitos de desempenho, na qual a maioria das amostras tiveram melhor eficiência absorvedora após o envelhecimento, com o aumento da absortância na faixa do espectro solar.

Ressalta-se, que dada as mudanças nas propriedades ópticas e na aparência das superfícies, os mecanismos de difusão e oxidação térmica de fato aconteceram, com alterações na microestrutura dos óxidos formados, o que é corroborado pela espectroscopia no FTIR.

Vale ainda destacar que todos os filmes multicamadas (Mo/Cr₂O₃) perderam cerca de 9 mg de massa durante o tratamento a 350 °C, enquanto que o filme de Mo puro (A1) não apresentou variação significativa de massa ao longo do processo, o que não indica necessariamente que o mesmo se manteve estável. Já o substrato A0 teve ganho de massa de 0,9 mg, sendo muito provável que ele tenha reagido com as outras amostras dentro da mufla, uma vez que aços inoxidáveis austeníticos são bastante estáveis a essa faixa de temperatura (não devendo ter mudado de coloração de uma maneira tão discrepante). Desse modo, é possível que tenha ocorrido contaminação cruzada (pelo Cr₂O₃) entre as amostras.

Figura 15 - Avaliação da Influência do Envelhecimento e seus Mecanismos na Eficiência Absorvedora dos Revestimentos.



Fonte: o Autor (2022).

CONCLUSÕES

No presente estudo, foram produzidos filmes absorvedores à base de molibdênio e óxido de cromo, para serem empregados como superfícies seletivas em coletores solares. Esses filmes foram avaliados quanto às suas características ópticas e microestruturais. De modo que, a partir das análises realizadas, pode-se concluir que:

- Os filmes de Mo/Cr₂O₃ exibiram absorções solares razoáveis em torno de 75%~80%, muito superiores às dos substratos puros de aço inoxidável, na ordem de 34%;
- A alta reprodutibilidade das amostras pela técnica de *Magnetron Sputtering*, dado o baixo desvio padrão das triplicatas inferior a 1,00% na maioria das condições de deposição;
- A cobertura do óxido de cromo (Cr₂O₃) foi capaz de melhorar a absorção solar, com ganho absoluto de quase 4,5% para o caso de A1. De modo que sua aplicação é justificada para melhorar a eficiência dos filmes multicamadas, diminuindo as perdas ópticas por reflexão, ao atuar como uma camada antirreflexo;
- O eletropolimento foi eficaz no tratamento superficial dos substratos, ao polir as superfícies, resultando em baixa rugosidade superficial e consequentemente baixo nível de reflectância difusa para a ordem de 1% a 5%;

- As amostras confeccionadas apresentaram diferentes colorações, em resposta às diferentes espessuras do filme, bem como exibiram morfologias bastante homogêneas;
- As amostras obtiveram uma excelente resposta ao ensaio de envelhecimento, tendo suas propriedades absorvedoras melhoradas na maioria dos casos, chegando ao nível de 82%, atendendo os requisitos de desempenho, com queda de absorvância solar menor do que 5%;
- Com a espectroscopia no infravermelho, foi possível confirmar a presença de óxidos metálicos (α -Cr₂O₃ e h-MoO₃), frutos da oxidação térmica a 350 °C, a qual foi capaz de cristalizar os óxidos formados;
- O tratamento térmico proporcionou mudanças na microestrutura dos filmes, e conseqüentemente em suas propriedades ópticas, dada a ocorrência da difusão e oxidação térmica, alterando a sua aparência, deixando as superfícies menos brilhantes e mais foscas, o que é confirmada pelo aumento da reflexão difusa para a ordem de 10% a 15%;

Perspectivas

Pretende-se, em trabalhos futuros, analisar a emitância dos filmes, a fim de avaliá-los quanto à sua seletividade, bem como realizar simulações nos *softwares* MATLAB e *Open Filters* para posterior comparação com os resultados experimentais e obter futuros filmes com as propriedades ópticas otimizadas.

Sendo assim, o trabalho permitiu uma enorme compreensão acerca dos fenômenos físico-químicos que regem o tema, trazendo contribuição para o desenvolvimento de pesquisas futuras na área. A partir desta compreensão, é possível explorar outras vertentes, que são campo de estudo para revestimentos absorvedores seletivos, como a aplicação do filme em protótipos de coletores solares, a viabilidade técnica e econômica da sua produção em escala comercial e a avaliação da vida útil e da durabilidade do revestimento às intempéries ambientais (adesão e corrosão, além de outros ensaios de envelhecimento).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMRI, A.; DUAN, X.; YIN, C.; JIANG, Z.; RAHMAN, M.; PRYOR, T. Solar absorptance of copper-cobalt oxide thin film coating with nano-size, grain-like morphology: optimization and synchrotron radiation XPS studies. **Applied Surface Science**, v.275, p. 127-135, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15252: 2020: Produtos para a saúde – Passivação de Aços Inoxidáveis por Eletropolimento**, 2020.
- ATKINSON, C.; SANSOM, C.L.; ALMOND, H.J.; SHAW, C.P. Coatings for concentrating solar systems – A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 45, p. 113–122, 2015.
- BERGMANN, E.; ROSELLO, D. Corrosion protection with «perfect» atomic layers. **Polymedia SA**, 2013. Disponível em: <https://www.polymedia.ch/fr/corrosion-protection-with-perfect-atomic-layers>.
- BERIZZI, A.; BOVO, C.; ILEA, V.; MERLO, M.; MIOTTI, A.; ZANELLINI, F. Decentralized congestion mitigation in HV distribution grids with large penetration of renewable generation. **Electrical Power and Energy Systems**, v. 71, p. 51–59, 2015.
- BHARATHY, G.; RAJI, P. Pseudocapacitance of Co doped NiO nanoparticles and its room temperature ferromagnetic behavior. **Physica B: Condensed Matter**, v. 530, p. 75–81, 2018.
- BRUNOLD, S.; FREI, U.; CARLSSON, B.; MÖLLER, K.; KÖHL, M. Accelerated life testing of solar absorber coatings: Testing procedure and results. **Solar Energy**, v. 68, n. 4, p. 313–323, 2000.
- BUNSHAH, R. F. **Handbook of Deposition Technologies For Films And Coatings: Science, Technology and Applications**. Noyes Publications, 2.^a ed., Nova Jersey, 1994.
- ÇENGEL, Y. A.; GHAJAR, A. J. **Transferência de Calor e Massa: Uma Abordagem Prática**, 4.^a Edição. São Paulo, 2012.
- CHITHAMBARARAJ, A.; BOSE, A. C. Investigation on structural, thermal, optical and sensing properties of meta-stable hexagonal MoO₃ nanocrystals of one dimensional structure. **Beilstein Journal Nanotechnology**, v. 2, p. 585–592, 2011.
- CHITHAMBARARAJ, A.; SANJINI, N. S.; BOSE, A. C.; VELMATHI, S. Flower-like hierarchical h-MoO₃: new findings of efficient visible light driven nano photocatalyst for methylene blue degradation. **Catalysis Science & Technology**, v. 3, p. 1405–1414, 2013.
- EDITORIAL. The 3rd International Conference on Renewable Energy: Generations and Applications (ICREGA 2014). **Renewable Energy**, v. 82, p. 1-3, 2015.
- EHRMANN, N.; REINEKE-KOCH, R. Selectively coated high efficiency glazing for solar-thermal flat-plate collectors. **Thin Solid Films**, v. 520, p. 4214-4218, 2012.

ESPOSITO, S.; ANTONAIA, A.; ADDONIZIO, M.L.; APREA, S. Fabrication and optimisation of highly efficient cermet-based spectrally selective coatings for high operating temperature. **Thin Solid Films**, v. 517, p.6000–6006, 2009.

FANG, S.; CAI, Z.; WANG, Y.; LU, Z.; FANG, C.; ZHAO, Z.; MA, H.; CHEN, L.; JIA, X. Growth and characterization of diamond single crystals grown in the Fe–S–C system by the temperature gradient method. The Royal Society of Chemistry, **CrystEngComm**, n. 23, p. 2063–2070, 2021.

GOMES, C. A. S. Estudo Comparativo de Superfícies Seletivas para Coletores Solares. 2001. **Dissertação (Eng. e Ciências de Materiais)** – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

GONÇALVES, R. P. N. Avaliação dos Efeitos do Envelhecimento em Superfícies Seletivas Solares de Cr_xO_y Obtidas a Partir de Processo de Eletrodeposição. **Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica**. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

GUO, Y.; ZHAO, N.; ZHANG, T.; GONG, H.; MA, H.; AN, T.; ZHAO, F.; HU, R. Compatibility and thermal decomposition mechanism of nitrocellulose/Cr₂O₃ nanoparticles studied using DSC and TG-FTIR. The Royal Society of Chemistry, **RSC Advances**, v. 9, p. 3927–3937, 2019.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K.S. **Física - Vol. 4**, 5ª Edição. Rio de Janeiro. LTC, 2010.

INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. P.; BERGMAN, T. L.; LAVINE, A. S. **Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa**. Rio de Janeiro: LTC, 8ª ed., 2019.

JOLY, M.; ANTONETTI, Y.; PYTHON, M.; GONZALEZ, M.; GASCOU, T.; SCARTEZZINI, J.-L.; SCHULER, A. Novel black selective coating for tubular solar absorbers based on a sol–gel method. **Solar Energy**, v. 94, p. 233–239, 2013.

JUANG, R. C., YEH, Y. C., CHANG, B. H., CHEN, W. C., CHUNG, T. W. Preparation of solar selective absorbing coatings by magnetron sputtering from a single stainless steel target. **Thin Solid Films**, v. 518, p. 5501-5504, 2010.

KELLY, P. J.; ARNELL, R. D. Magnetron Sputtering: a review of recent developments and applications. **Vacuum**, v. 56, n. 3, p. 159-172, 2000.

KENNEDY, Cheryl E. Review of mid-to high-temperature solar selective absorber materials. **National Renewable Energy Lab.**, Golden, 2002.

KOKOROPOULOS, P.; SALAM, E.; DANIELS, F. Selective Radiation Coatings. Preparation and high temperature stability. **Solar Energy**, v. 03, p. 19-23, 1959.

KRENZINGER, A. Superfícies Seletivas para Conversão Térmica da Energia Solar, Óxido de Cobre sobre Cobre. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e dos Materiais)** – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1970.

LEE, H. C.; SEO, J. Y.; CHOI, Y. W.; LEE, D. W. The growth of indium-tin-oxide thin films on glass substrates using DC reactive Magnetron Sputtering. **Vacuum**, v. 72, n. 3, p. 269-276, 2004.

LEE, K. D. Preparation and characterization of black chrome solar selective coatings. **Journal of the Korean physical society**, v. 51, n. 1, p. 135-144, 2007.

LIN, C. C.; HU, C. C. Electropolishing of 304 stainless steel: Surface roughness control using experimental design strategies and a summarized electropolishing model. **Elec. Acta**, v. 53, n. 8, 2008.

MADHUKESHWARA, N.; PRAKASH, E. S. An investigation on the performance characteristics of solar flat plate collector with different selective surface coating. **Inter. Jour. Ener. Env.**, v.3, 2012.

MARTINS, M. Produção de Superfícies Seletivas por Magnetron Sputtering para Aplicação em Coletores Solares. **Dissertação (Engenharia Metalúrgica e dos Materiais)** – UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.

MEDEIROS, I. D. M. Obtenção de Filmes Absorvedores Solares a Base de Cromo: Caracterização Óptica e Morfológica. **Dissertação (Engenharia Mecânica)** – UFPB, João Pessoa, 2020.

MEDEIROS, I. D. M.; GOMES, K. C.; GONÇALVES, R. P. N.; GALVÃO, G. O. Selective Solar Surface Solar Based on Black Chromium: Influence of Electrodeposition Parameters in the Absorption of Surfaces. **Materials Research**, v. 22, n. 2, 2019.

MEDEIROS, I. D. M.; SILVA NETO, J. F.; LEITE, K. S.; SILVA, A. K. B.; GOMES, K. C. Eletrodeposição de Filmes de Cromo Negro em Substratos de Cobre para Absorção Solar. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia v.14, n.26, p. 1370-1379, 2017.

MYACHINA, M.; GAVRILOVA, N.; NAZAROV, V. Formation of Molybdenum Blue Nanoparticles in the Organic Reducing Area. **Molecules**, 26, 4438, 2021.

NAHA, N. M.; MO G. H. IGNATIEV, A. Development of a Al_2O_3Co selective absorber for solar collectors. **Thin solid films**; v. 117, p 19-25, 1989.

NECHAEV, D. V.; KHOKHRYAKOV, A. F. Formation of epigenetic graphite inclusions in diamond crystals: experimental data. **Russian Geology and Geophysics**, n. 54, p. 399-405, 2013.

NUNES, R. A. X.; COSTA, V. C.; SADE, W.; ARAUJO, F. R.; SILVA, G. M. Selective Surfaces of Black Chromium for Use in Solar Absorbers. **Materials Research**. 2018.

PARK, J. O.; LEE, J. H.; KIM, J. J.; CHO, S. H.; CHO, Y. K. Crystallization of indium tin oxide thin films prepared by RF-Magnetron Sputtering without external heating. **Thin Solid Films**, v. 474, 2005.

PETITJEAN, J. P.; VANDER POORTEN, H. Les revêtements sélectifs et leur rôle dans l'amélioration des performances des collecteurs solaires. **Surface Technology**, p. 229-258, 1980.

POMPELLI, M. F.; OROZCO, A. J. J.; OLIVEIRA, M. T. de; RODRIGUES, B. R. M.; BARBOSA, M. O.; SANTOS, M. G.; OLIVEIRA, A. F. M. de; ALMEIDA-CORTEZ, J. S. de. Crise Energética Mundial e o Papel do Brasil na Problemática de Biocombustíveis. **Agronomia Colombiana**, Bogotá, v. 29, n. 2, p. 361-371, jun. 2011.

RAUT, H. K.; GANESH, V. A.; NAIR, A. S.; RAMAKRISHNA, S. Anti-reflective coatings: A critical, in-depth review. **Energy & Environmental Science**, v. 4, n. 10, p. 3779-3804, 2011.

SANI, E.; MERCATELLI, L.; JANFRANCESCO, D.; SANS, J. L.; SCITI, D. Ultra-High Temperature Ceramics for solar receivers: spectral and high-temperature emittance characterization. **Journal of The European Optical Society-Rapid Publications**, v. 7, article number 12052, 2012.

SELVAKUMAR, N.; BARSHILIA, H. C. Review of physical vapor deposited (PVD) spectrally selective coatings for mid and high temperature solar thermal applications. **Solar Energy Materials and Solar Cells**, 2012.

SHAFFER, L.H. Wavelength-dependent (selective) processes for the utilization of solar energy. **Solar Energy**, v. 2, p. 21-26, 1958.

SHI, Y.; YANG, X. Selective Absorbing surface for evacuated solar collector tubes. **Renewable Energy**, v.16, n.1, p. 632--634, 1999.

SILVA NETO, J. F. da. Desenvolvimento de Superfície Seletiva para Coletores Solares com Deposição Multicamadas de Cr e SiO₂. **Tese (Engenharia Mecânica)** UFPB, João Pessoa, 2017.

SILVA NETO, J.F.; TORRES, S. M.; GOMES, K. C.; LIMA FILHO, M. R. F.; GOMES, R. M. Chromium silica co-sputtered graded Cermet for solar thermal collectors. **Solar Energy**, v. 193, 2019.

SOARES, Sandra Branco. Otimização das propriedades de barreira de um sistema em multicamada para absorção seletiva da luz solar. **Dissertação (Física)**. Universidade do Minho, Portugal, 2012.

SONE, B. T.; MANIKANDAN, E.; A. GURIB-FAKIM; MAAZA, M. Single-phase α -Cr₂O₃ nanoparticles' green synthesis using Callistemon viminalis' red flower extract. **Green Chemistry Letters and Reviews**, v. 9, n. 2, p. 85–90, 2016.

SOUZA, A. C. de. Produção de molibdênio metálico a partir da molibdenita de Carnaíba (Bahia). 2014. **Dissertação (Engenharia Industrial)** – UFBA, Salvador, 2014.

TABOR, H. Solar collectors, selective surfaces and heat engines. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 47, p. 1271–1278, 1961.

TEXEIRA, A. A.; CARVALHO, M. C.; LEITE L. H. M. Análise da viabilidade para implantação de um sistema de energia solar residencial. **E-xacta**, Belo Horizonte, v.4, n.3 p. 117-136, 2011.

UECKERDT, F.; BRECHA, R.; LUDERER, G. Analyzing major challenges of wind and solar variability in power systems. **Renewable Energy**, v. 81, p.1-10, 2015.

VOINOV, A.; ARODUDU, O.; DUREN, I.V.; MORALES, J.; QIN, L. Estimating the potential of roadside vegetation for bioenergy production. **Journal Cleaner Production**, v. 102, p. 213-225, 2015.

WEISS, W.; ROMMEL, M. **Process Heat Collectors: State-of-the-Art Within Task 33/IV, IEA SHC-Task 33 and Solar PACES-Task IV: Solar Heat for Industrial Processes**, 2008.

XIAO, X.; MIAO, L.; XU, G.; LU, L.; SU, L.; SU, Z.; WANG, N.; TANEMURA, S. A facile process to prepare copper oxide thin films as solar selective absorbers. **Applied Surface Science**, v. 257, 2011.

ZHANG, K.; HAO, L.; DU, M.; MI, J.; WANG, J. N.; MENG, J. PING. A review on thermal stability and high temperature induced ageing mechanisms of solar absorber coatings. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 67, p. 1282–1299, 2017.

LINGUÍSTICA, LETRAS & ARTES

PARÓDIA E EFEITO CÔMICO NOS DIÁLOGOS DOS DEUSES, DE LUCIANO DE SAMÓSATA

Ítalo Durdson Xavier de Oliveira¹ Marco Valerio Classe Colonnelli²

RESUMO

Este trabalho objetiva analisar como se configuram os conceitos de paródia e efeito cômico no diálogo *Apolo e Hermes*, da obra *Diálogo dos Deuses*, de Luciano de Samósata, procurando também demonstrar a recepção que este autor faz de Homero em seu texto. Para tanto, empregou-se o conceito de paródia a partir de Genette (2010), que compreende tal recurso literário como uma prática *transtextual*. Quanto ao conceito de efeito cômico produzido pela paródia, foi usado um fragmento de uma teoria do humor do século X d.C., denominado *Tractatus Coislinianus*, que por sua vez elenca os meios pelos quais é possível chegar ao riso. Dessa maneira, procurou-se tanto entender como Luciano, através da paródia, dialoga com o texto homérico (Odisseia, VIII - vv. 266-327), como também de que forma, ainda a partir do procedimento paródico, o autor produz o efeito cômico em seu texto.

Palavras-chave: Paródia. Cômico. Luciano.

¹ E-mail: italodurdson@hotmail.com

² E-mail: mcolonnelli@hotmail.com; Projeto de pesquisa: Paródia como recurso literário em Luciano de Samósata; Plano de trabalho: Paródia e Efeito cômico nos Diálogos dos deuses, de Luciano de Samósata. : UFPB/CNPq (www.propesq.ufpb.br, e-mail:cadastrocpaic@propesq.ufpb.br)

APRESENTAÇÃO

O presente capítulo tem o objetivo de divulgar os resultados de uma pesquisa de iniciação científica ligada ao projeto “*Paródia como recurso literário em Luciano de Samósata*”, desenvolvida entre 2021 e 2022, tendo como foco compreender como os conceitos de paródia e efeito cômico se configuram na obra do escritor Luciano de Samósata (125-180 d.C.).

A ideia central do projeto foi promover uma maior abertura aos estudos do gênero cômico em obras literárias da antiguidade Grega no curso de Letras Clássicas da UFPB. Para isso, tenciona-se investigar a categoria literária da paródia, bem como o efeito cômico produzido no texto literário aqui analisado, a fim de definir o estilo de Luciano de Samósata de acordo com as técnicas por ele empregadas. Para a presente pesquisa, utilizou-se, especificamente, o estudo sobre o conceito de paródia proposto por Genette (2010) e, sobre o efeito cômico, nos baseamos em um tratado anônimo do século X d.C. sobre a comédia chamado *Tractatus Coislinianus*, além de estudos sobre a comédia e o riso de Ivo Bender (1996).

FUNDAMENTA TEÓRICA

Sobre a paródia

Uma rápida busca pelo termo paródia em dicionários específicos de termos literários pode fornecer uma compreensão sobre seu significado: (1) “*A paródia, enquanto termo literário, refere-se ao processo de imitação textual com intenção de produzir um efeito cômico*” (CEIA, 2009); ou ainda, (2) “[...] *composição literária que imita, cômica ou satiricamente, o tema ou a forma de outra obra*” (MOISÉS, 2004). Em síntese, a paródia seria, então, um recurso literário que tem como objetivo realizar uma imitação de um texto a fim de que nela se produza certo efeito cômico.

Tal recurso literário, no entanto, não faz da imitação apenas um exercício puramente de reprodução e deformação. Por se tratar de uma imitação de um texto que o precede e que geralmente é reconhecido pela sua importância, a paródia trabalha a partir

de uma prática *transtextual* (GENETTE, 2010), podendo efetuar seu desvio tanto da linguagem como também do sentido do texto parodiado. Assim, pode-se compreender que a paródia opera sobretudo no distanciamento do gênero em relação ao texto modelo, desviando e deformando seu estilo.

Implicando o diálogo entre duas obras, entre dois discursos, não entre um texto e a realidade do mundo, a paródia desenvolve-se como intertextualidade e pressupõe a ironia como seu mecanismo de eleição. De onde ser definida como a “inversão irônica, nem sempre às custas do texto parodiado”, ou seja, é uma “repetição com distância crítica, que marca a diferença em vez da semelhança”. (MOISÉS, 2009, p.341)

Independente dos seus '*mecanismos de eleição*', é na deturpação do sentido que a paródia depreende uma diferença, sem, portanto, se desvincular do texto parodiado, arquétipo a partir do qual se desdobra. Desta forma, o exercício da paródia seria também um exercício crítico, pois seu distanciamento do texto preexistente não é arbitrário. A crítica que advém da paródia, e que se forja justamente a partir da distância que opera em relação ao texto parodiado, legitima seu caráter analítico, sem o qual a paródia não se constituiria como texto autônomo.

Desde a antiguidade a paródia se configura tanto como procedimento retórico quanto gênero literário. No capítulo II da Poética, Aristóteles afirma ser Hegemon de Tasso quem primeiro compôs *παρωδίας* (1448a - 13). Neste capítulo, a *paródia* aparece designada como uma arte mimética que imita '*caracteres inferiores*', ao contrário da epopeia e da tragédia, que se configuram através da imitação de '*caracteres superiores*'.

Aristóteles, que definiu a poesia como uma representação em verso das ações humanas, opõe imediatamente dois tipos de ação, que se distinguem pelo nível de dignidade moral e/ou social como alta e baixa, e por dois modos de representação, narrativa e dramática. O cruzamento dessas duas oposições determina um quadro de quatro partes que constitui o sistema aristotélico dos gêneros poéticos, propriamente falando: ação elevada no modo dramático - tragédia; ação elevada no modo narrativo - o épico; ação vulgar no modo dramático - comédia. Quanto à ação vulgar no modo narrativo, só é ilustrada pelas referências a obras alusivas que estão mais ou menos diretamente designadas sob o termo *paródia*. (GENETTE, 2010, p. 26).

Do ponto de vista da imitação dos caracteres inferiores, a paródia se relaciona por completo com o modo com que Aristóteles vai definir a comédia que, por sua vez, também imita caracteres inferiores (1448a - 17). O estagirita não nos dá maiores detalhes quanto

ao termo (*παρωδία*) em sua obra, mas uma tentativa de leitura etimológica pode nos dar uma compreensão mais concreta deste termo como categoria literária.

Como nota o crítico francês Gérard Genette (Palimpsestos, 2010), a palavra paródia se origina da palavra grega *παρωδία*, de onde

“[...] ôde, que é o canto; para, ‘ao longo de’, ‘ao lado’; parôdein, daí parôdia, que seria (portanto?) o fato de cantar ao lado, de cantar fora do tom, ou numa outra voz, em contracanto – em contraponto -, ou ainda, cantar num outro tom: deformar, portanto, ou transpor uma melodia” (Genette, 2010, pp 26-27)

Dessa forma, tal procedimento não só segue (e faz ecoar) o texto a partir do qual deriva, mas também o modifica em relação a si mesmo enquanto paródia. Em síntese, este “canto paralelo”, esse *desvio*, dentro de uma concepção textual, seria justamente uma prática de composição que, sobre um texto precedente, opera por meio de derivação e deformação, fazendo-se distinto e original a partir da interferência no texto parodiado. Sobre essa mesma intervenção textual, com relação, por exemplo, à paródia que se dá a partir de uma recriação proveniente do gênero épico, diz-nos Genette:

De maneira mais geral, e desta vez intervindo sobre o próprio texto, o declamador pode, à custa de algumas modificações mínimas, desviá-lo em direção a um outro objeto e dar a ele um novo sentido. Esta interpretação corresponde, é melhor dizer logo, a uma das acepções atuais do termo francês *parodie*, e a uma prática transtextual ainda em pleno vigor. (GENETTE, 2010, p. 27)

A partir dessa leitura, Genette apresenta-nos três perspectivas de compreensão da paródia enquanto recurso literário, por meio de intervenção mínima nos textos, aqui entendidas basicamente como recursos de intertextualidade:

No primeiro caso, o “parodista” desvia um texto de seu propósito, modificando-o apenas o quanto for necessário; no segundo, ele o transpõe integralmente para um outro estilo, deixando seu propósito tão intacto quanto esta transformação estilística permita; no terceiro, ele toma emprestado o estilo de um texto para compor neste estilo um outro texto, com um outro propósito, preferencialmente antitético. (GENETTE, 2010, p.29)

Para Genette, das três perspectivas apresentadas, a primeira é a que mais se aproxima do que sentido da palavra “paródia”. No entanto, é importante frisar que, independentemente da forma como estas perspectivas operem, na medida em que são interferências feitas a partir de um texto preexistente, sejam elas realizadas tanto pela modificação do seu estilo quanto pelo seu caráter semântico, nada mais são do que

procedimentos que criam uma relação entre um texto já conhecido e um outro texto derivado, colaborando para o desvio da obra parodiada e, por conseguinte, para a configuração do cômico.

Sobre o efeito cômico

A partir de Aristóteles, sabemos que a comédia é um gênero mimético, assim como a tragédia e a epopeia, e que, diferente desses últimos, tem como objetos de mimetização os caracteres inferiores, que apresentam personagens completamente inseridos numa ação absurda e desprovidas de toda e qualquer tipo de grandeza ou conduta elevada. Segundo Ivo C. Bender (1996), “A ausência de uma ordem ou valor que se manifeste em sua magnitude levará ao apequenamento, não apenas do herói, que assim se mostrará cômico, mas também de suas ações”. (BENDER, 1996, p.22)

O que conhecemos por cômico, por sua vez, seria “(...) a conciliação de ideias ou de situações aparentemente irreconciliáveis. Essa conciliação é produzida através de um raciocínio engenhoso com a intenção de produzir o riso através do texto literário” (CARLOS CEIA, 2009). Esse caráter cômico que provoca o riso está presente na arte mimética grega desde as obras homéricas. Na *Ilíada* de Homero, ainda que se trate de poema bélico, inúmeras cenas cômicas são apresentadas. Lembremos aqui, à guisa de exemplo, a cena em que Idomeneu produz um discurso do mais absoluto escárnio para com Otrioneu, por ter este pedido Cassandra, filha de Príamo, em favor de expulsar os atreus para fora de Troia:

Otrioneu, sem dúvida acima de todos te considero louvável,
se na verdade fizeres todas as coisas que prometeste
a Príamo Dardânida; ele que te prometeu sua filha!
Também nós prometeríamos o mesmo e o cumpriríamos,
e dar-te-íamos a mais bela das filhas do Atrida,
trazendo-a de Argos para a desposares, se para nós
tu saqueasses a bem habitada cidadela de Ílion! Segue pois
conosco, para que junto às naus tudo sobre as núpcias
combinemos: maus não somos como parentes por casamento!
(Il. 13, 374-382, Tradução de Frederico Lourenço, 2013)

No canto III, a descrição do confronto entre Menelau e Páris, já nos primeiros versos, nos apresenta o ridículo comportamento do filho de Príamo diante do irmão de Agamêmnon:

Dele se apercebeu Menelau dileto de Ares
quando avançava com largos passos à frente da hoste:
e tal como o leão faminto que se regozija ao encontrar
uma grande carcaça de veado chifrado ou de cabra selvagem,
e vorazmente a devora, embora contra ele se lancem
cães de caça e vigorosos mancebos —
assim se regozijou Menelau ao ver Alexandre divino
com os olhos: pois pensava vingar-se do malfeitor.
E logo do seu carro saltou armado para o chão.
Mas quando Alexandre de aspecto divino o viu aparecer
à frente dos combatentes, sentiu o coração atingido;
e logo se imiscuiu no meio do seu povo, receoso da morte.
Tal como o homem que nas veredas da montanha avista
uma serpente e logo recua sobressaltado com os membros
dominados pela tremura, as faces tomadas pela palidez —
assim se misturou na multidão de orgulhosos Troianos
o divino Alexandre, com medo do filho de Atreu.
(Il. 3, 21 – 37, Tradução de Frederico Lourenço, 2013, 2013)

Nos dois trechos apresentados, o lado cômico do poeta Homero se apresenta, seja pelas palavras de zombaria proferidas no campo de batalha, seja pelo caráter heroico que falha ao deflagrar-se pela via do ridículo. Nas palavras de Robert Henri Aubreton, “Assim o cômico da *Ilíada* vai desde a comédia sutil, apenas esboçada, até a farsa, passando pelo gracejo macabro. Entretanto, o autor prefere a resposta sutil, a comicidade resultante dos próprios caracteres” (AUBRETON, 1968, p. 299).

Mas de que modo esse “engenho” se constitui a fim de que se produza o riso? Na carência de mais informações acerca da comédia como gênero mimético e de um entendimento mais claro sobre os efeitos do cômico na *Poética* de Aristóteles, pode-se

recorrer a um texto que muitos acreditam ser a segunda parte desta obra e que, por sua vez, trataria da comédia em seus pontos mais essenciais.

O *Tractatus Coislinianus* (De Coislin, proprietário do codex) é um manuscrito grego de autoria anônima do século X d.C. que resume\esquematiza uma teoria da comédia sob a perspectiva da *Poética* aristotélica. Nesse texto, o autor divide o que ele chama de poesia mimética em dois tipos: narrativa e dramática. A dramática, por sua vez, estaria dividida entre comédia, tragédia, mimo e drama satírico. No que diz respeito à comédia, definida pelo autor como uma “imitação de uma ação absurda”, a mesma se dividiria, quanto à produção do riso, em duas partes: *pelo discurso e pelas ações*.

Para o primeiro caso, o autor elenca sete meios através dos quais, pela dicção, ou seja, pelo discurso, o riso surge. Citemos aqui algumas delas: homônimos, sinônimos, parônimos, diminutivos, inversões de sentido, etc. Sobre o discurso, por ser a comédia “imitação de personagens inferiores”, diz-nos Bender, “e que aparecem, comumente, sob a figura de bufões, fanfarrões, impostores ou pessoas que aparentam estupidez, o discurso será popular e comum” (BENDER, p.26). Já para o caso do riso provocado a partir das ações (ἐκ τῶν πραγμάτων γέλως), o *Tractatus* (DUBNER, 2018, p. 1255) elenca nove maneiras de fazer com que o riso apareça:

- a. A partir da assimilação; para o pior e para o melhor³.
- b. A partir do engano.
- c. A partir do impossível.
- d. A partir do possível e do inconsequente.
- e. A partir do inesperado/da expectativa.
- f. A partir da degradação dos personagens.
- g. A partir do uso da dança cômica.
- h. Quando do descuido de quem tem poder e cuida de coisas menores ao invés das coisas grandes.
- i. Quando a história se torna desconjuntada e sem concordância.

³ Tradução nossa do trecho do *Tractatus Coislinianus*.

É justamente a partir de parte dessas formas de produção do riso, tanto pelo discurso quanto pelas ações, mais especificamente pelo jogo de sentidos lexicais e pela degradação dos personagens, que Luciano opera sua paródia de Homero, deformando de alguma maneira as características das personagens também presentes na passagem da Odisseia, a fim de que, a partir dessa técnica, se produza comicidade.

Tanto a pesquisa quanto o presente plano de trabalho se basearam nos argumentos teóricos sobre os conceitos de paródia (Genette, 2010) e efeito cômico (*Tractatus Coisilinianus*). Com base neles, dentro da área de Estudos Clássicos, procuramos demonstrar como um escritor de língua grega do século II d.C. fazia uso desses recursos literários tanto com a finalidade de fazer a recepção de textos já consagrados, como é o caso da *Ilíada* de Homero, quanto para produzir comicidade nos textos.

METODOLOGIA

A presente pesquisa, de caráter qualitativa se estruturou em dois métodos: o dedutivo e o fenomenológico. No primeiro, realizamos a leitura e o fichamento dos textos que compõem o corpus teórico sobre o conceito de paródia, como a obra *Palimpsestos*, de Genette (2010), e também sobre as técnicas de produção do gênero cômico a partir de Ivo. Bender (1996) e, principalmente, do texto anônimo *Tractatus Coisilinianus*. Em seguida, através de procedimento fenomenológico, iniciou-se a atividade de tradução, tanto do diálogo, *Apolo e Hermes*, de Luciano de Samósata, quanto da Odisseia de Homero (Odisseia, VIII - vv. 266-327).

A partir dessa etapa, elaboramos a descrição das similaridades e desvios entre o texto de Luciano e o texto homérico, empregando a definição de paródia previamente definida ao diálogo/texto aqui estudado. O presente diálogo cômico de Luciano, *Apolo e Hermes* (Ἀπόλλων καὶ Ἑρμῆς), por meio de um procedimento paródico, correlaciona-se com uma passagem da Odisseia homérica. Trata-se do canto VIII, durante a presença de Odisseu na terra dos Feácios, onde ao herói são apresentadas as artes do canto por meio de um *aedo*⁴, que se põe a cantar sobre o caso de traição de Afrodite, esposa de Hefesto,

⁴ Aedo, do grego αἰδός, que significa cantor, poeta.

com Ares. Alguns excertos retirados do diálogo *Apolo e Hermes* e também da Odisseia, acompanhadas pelas traduções feitas para a presente pesquisa, podem esclarecer melhor como Luciano constroi sua paródia.

Quadro 1 – Texto parodiado e paródia

<p>TEXTO PARODIADO <i>Odisseia, de Homero (VIII, vv. 296-298)</i></p>	<p>TEXTO PARODIADO (Tradução nossa)</p>
<p>τῶ δ' ἔς <u>δέμνια</u> βάντε <u>κατέδραθον</u>: ἀμφὶ δὲ δεσμοὶ τεχνήεντες ἔχυντο πολύφρονος Ἥφαιστοιο, οὐδέ τι κινῆσαι μελέων ἦν οὐδ' ἀναεῖραι.</p> <p>(HOMER, 1920)</p>	<p>Então, após irem para a <u>cama</u>, <u>repousaram</u>. E ao redor <u>grilhões</u> engenhosos de Hefesto artificioso caíram, nenhum dos membros era possível mexer ou erguer.</p>
<p>PARÓDIA <i>Apolo e Hermes, de Luciano de Samósata;</i></p>	<p>PARÓDIA (Tradução nossa)</p>
<p>ἐπεὶ δὲ ἐπέβησαν τοῦ <u>λέχου</u>ς καὶ ἐν <u>ἔργῳ</u> ἦσαν καὶ ἐντὸς ἐγεγένητο τῶν ἀρκύων, <u>περιπλέκεται</u> μὲν αὐτοῖς τὰ <u>δεσμά</u>, ἐφίσταται δὲ ὁ Ἥφαιστος.</p> <p>(LUCIAN, 1961)</p>	<p>Mas quando foram para cama e estavam em atividade, encontrando-se no interior da armadilha, então os grilhões os enlaçaram, e Hefesto deteve-se.</p>

Outros dois trechos do diálogo do Luciano se desviam mais claramente do texto Homérico por meio justamente da degradação das personagens, a partir de situação ridícula pela qual passam. Não há no texto homérico a narração dessas cenas, mas Luciano trabalha seu desvio justamente a partir do que em Homero está subentendido pela exigência formal da epopeia. É o caso dos trechos 1 e 2 abaixo, onde os deuses Hefesto, Afrodite e Ares se encontram em uma situação constrangedora.

Quadro 2 – A ridicularização dos personagens, Parte I

<p>Ridicularização das personagens na paródia de Luciano</p> <p>Trecho I</p>	<p>Tradução</p> <p>Trecho I</p>
<p>Ἀπόλλων</p> <p>ὁ δὲ χαλκεὺς ἐκεῖνος οὐκ αἰδεῖται καὶ αὐτὸς ἐπιδεικνύμενος τὴν αἰσχύνην τοῦ γάμου;</p> <p>Ἑρμῆς</p> <p>μὰ Δί', ὅς γε καὶ ἐπιγελαῖ ἐφεστῶς αὐτοῖς.</p> <p>(LUCIAN, 1961)</p>	<p>Apolo</p> <p>Mas aquele ferreiro não tem vergonha, expondo ele mesmo o vexame do seu casamento?</p> <p>Hermes</p> <p>Por deus! Ele até riu com os outros deuses.</p>

Quadro 3 – A ridicularização dos personagens, Parte II

<p>Ridicularização das personagens na paródia de Luciano</p> <p>Trecho II</p>	<p>Tradução (nossa)</p> <p>Trecho II</p>
<p>ἐκείνη μὲν οὖν — καὶ γὰρ ἔτυχε γυμνὴ οὔσα — οὐκ εἶχεν ὅπως ἐγκαλύψαιτο αἰδουμένη, ὁ δὲ Ἄρης τὰ μὲν πρῶτα διαφυγεῖν ἐπειρᾶτο καὶ ἤλπιζε ῥήξιν τὰ δεσμά, ἔπειτα δὲ συνεῖς ἐν ἀφύκτῳ ἐχόμενον ἑαυτὸν ἰκέτευε.</p> <p>(LUCIAN, 1961)</p>	<p>Então Afrodite - já que estava nua - não tinha como poder se cobrir, ficando, assim, com vergonha, mas Ares, antes de tudo, tentou escapar e esperou romper os grilhões e, logo após perceber que ele próprio estava em situação difícil, suplicou.</p>

É notório que Luciano constroi sua paródia por meio de algumas similaridades, visto que se trata de uma imitação textual. Essas similaridades vão aparecer claramente, sobretudo na composição da cena que se quer parodiar, mas também pela diferença na forma como se apresenta o texto. Para além de serem textos diferentes em suas formas, sendo Homero mais descritivo e Luciano, por sua vez, mais narrativo, há similaridades e diferenças em termos lexicais. No trecho do Quadro 1, podemos verificar que Homero usa, por exemplo, o verbo καταδαρθάνω, que quer dizer adormecer, dormir, passar a noite. O poeta é sutil nessa escolha, pois trata-se de um texto épico, e o registro épico nunca é indecoroso ou vulgar. O que em Homero se pode supor é que os amantes Ares e Afrodite estão em coito, estão se amando.

Luciano descrever o mesmo momento de intimidade entre os dois deuses executando seu desvio a partir de uma descrição quase explícita da cena, registrando que os dois deuses foram para o quarto e “*estavam em atividade*” (έν ἔργῳ ἦσαν), ou seja, *quando eles estavam se amando*. É interessante notar que, por ser uma paródia, ou seja, por se tratar de um texto de caráter jocoso e que tende sempre ao desvio mais em relação ao texto a partir do qual se configura, o registro do Luciano vai diferir, ainda que sutilmente, do registro homérico, procurando ser mais explícito ao ato praticado pelos deuses. Pode-se também verificar que na paródia de Luciano há o uso das mesmas palavras usadas por Homero, como δεσμός, que significa grilhão, liame, corrente, algo que aprisiona, e que em Luciano vai ter um sentido bem mais ligado à união sexual. Há ainda o uso de palavras diferentes, às vezes com um significado lexical bastante específico, como o uso de δέμνιον (estrado, colchão), usada Homero, e λέχος (cama, leito nupcial, união conjugal), usada por Luciano, a fim de salientar o caráter indecoroso da relação entre os deuses Afrodite e Ares.

O autor da paródia ainda usa em seu diálogo, por exemplo, o verbo περιπλέκω, que significa abraçar, envolver, enlaçar, e que vai dar um sentido cômico à cena, visto que os amantes, até pouco tempo, antes de caírem na armadilha, estavam enlaçados um ao outro numa situação bem diferente. Tal escolha lexical só reforça o jogo de sentido que Luciano faz com o léxico homérico, a fim de sutilmente mostrar o caráter cômico da cena. É interessante registrar como é absolutamente compreensível, dentro de um texto de caráter paródico, que Luciano tenha optado para compor seu diálogo apenas os deuses Apolo e Hermes, pois na passagem do canto VIII, os deuses que atendem ao chamado de

Hefesto são justamente Apolo, Hermes e Poseidon, sendo este último o único deus que não riu diante da cena do flagrante, o que parece coerente, se atentarmos para o tom grave do discurso na respectiva passagem, quando ordena a Hefesto que solte Ares da armadilha.

Nos quadros 2 e 3, fica mais evidente o efeito cômico da paródia de Luciano a partir justamente do rebaixamento que faz das personagens, tanto do deus Hefesto quanto dos deuses Ares e Afrodite. Nas duas passagens, Luciano, para além da reconstrução da cena, brinca com os usos do termo *αἰδώς*, que pode significar tanto temor, respeito, deferência, quanto sentimento de vergonha ou caráter vergonhoso. O Hefesto de Luciano, da forma como é caracterizado no diálogo entre Apolo e Hermes (Quadro 2), em oposição ao Hefesto da Homero, traz uma versão ainda mais caricata de um deus que não só foi traído pela esposa, mas que também fez da deslealdade matrimonial um palco para a sua própria desonra. Os detalhes descritos por Luciano, ausentes no texto homérico, sobretudo pelo uso termos lexicais que caracterizam os deuses Afrodite e Ares (Quadro 3) quando já presos pela armadilha de Hefesto, tem o intuito de ridicularizar tais personagens a partir dos seus desvios de caráter.

Tais falhas ou desvios não se configuram na paródia de Luciano como um desdobramento em sanções de teor grave. As falhas ou desvios são, justamente, os elementos que cooperam para a comprovação do ridículo dentro das circunstâncias vividas pelos personagens, e que, por conseguinte, acabam por produzir, através da paródia, o riso. Diante dessas verificações, é possível compreender que o diálogo Hermes e Apolo, de Luciano, uma paródia, quer não só fazer-se desviar do texto homérico, mas também ridicularizar seus caracteres, a fim de que se deflagre na paródia o seu efeito cômico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos textos teóricos sobre os quais esta pesquisa se debruçou, pôde-se compreender não só como o gênero paródico era concebido por Luciano no período helenístico, mas também de que modo, a partir da paródia, as técnicas de efeito do cômico se configuram no diálogo *Hermes e Apolo*, mostrando sobretudo como o autor fez uso das narrativas da épica homérica a fim de retrabalhá-las em função da comicidade.

Etapa importante no processo de pesquisa junto às discussões dos textos teóricos foi, sem dúvida, a atividade de tradução que realizamos tanto do diálogo de Luciano como do texto homérico, que por sua vez não só nos indicaram a existências de elementos intertextuais entre as obras como também nos proporcionou que o próprio exercício de tradução nos revelasse de forma mais clara as diferenças de composição literária que os autores operam em seus textos. Tais resultados certamente não seriam efetivamente obtidos se tivéssemos optado pelo uso de traduções de um outro *corpus*, pois não revelariam com minúcias os pontos de interligação entre os textos, visto que a escolha tradutória de alguns vocábulos afasta a derivação existente entre eles.

CONCLUSÕES

O presente projeto de pesquisa possibilitou não só uma compreensão mais detalhada do conceito de paródia na Antiguidade, mas também do modo como o próprio autor, Luciano de Samósata, manipula tal gênero, procurando evidenciar sua técnica na configuração do cômico em seu texto. O processo de tradução dos textos em sua língua original também nos possibilitou um entendimento mais pormenorizado das técnicas por Luciano em seu diálogo, adensando os resultados obtidos da aplicação dos textos teóricos aos textos literários.

Em uma futura oportunidade de pesquisa, será possível realizar um recorte maior dos diálogos de Luciano, a fim de que possamos ampliar o corpus sobre o qual os conceitos de paródia e efeito cômico igualmente se configuram.

Perspectivas

O presente trabalho teve como objetivo ampliar o quadro de estudos sobre o gênero cômico no curso de Letras Clássicas da UFPB, procurando suprir a carência do estudo de tal gênero na produção da Antiguidade Grega e do período Helenístico na grade curricular do curso. Ao mesmo tempo, o presente trabalho procura contribuir para um maior conhecimento do escritor Luciano, cuja obra é tão vasta e, sobretudo, rica, para a compreensão da Paideia Grega. A partir da pesquisa aqui apresentada, pretende-se

explorar de forma mais profunda, em artigos e outras futuras pesquisas, as formas de configuração do humor dentro da obra de Luciano.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, G. *Studies in Lucian's Comic Fiction*. Leiden: Mnemosyne (supp.43), 1976.

ARISTÓTELES. *Poética*; tradução de Eudoro de Souza. São Paulo: Ars Poética, 1993.

AUBRETON, Robert. *Introdução a Homero*. 2 ed. São Paulo: DIFEL/USP, 1968.

Autor, S. (2002). *Tractatus Coislinianus*. Comentario de Lane Cooper. *CIC. Cuadernos de Información y Comunicación*, 7, 31. Recuperado 29 de marzo de 2022, de <https://revistas.ucm.es/index.php/CIYC/article/view/CIYC0202110031A>

BENDER, Ivo C. *Comédia e riso: uma poética do teatro cômico - Poto Alegre*, : Ed. Universidade/UFRGS/EDPUCRS, 1996.

BERNARDINI, Paola Angeli. *La comicità di Luciano e la tradizione: Un nuovo studio sull'umorismo nell'antichità*. Quaderni Urbinati di Cultura Classica, New Series, Vol. 37, No. 1 (1991), pp. 143-149.

BOYD, Brian. *Laughter and Literature: A Play Theory of Humor*. *Philosophy and Literature*, 2004, 28: 1-22.

BRANHAM, L.; BRACHT, R. *Unruly eloquence: Lucian and the comedy of traditions by Lucian of Samosata*. Cambridge: University Press, 1989.

CEIA, Carlos. *Paródia*. E-Dicionário de termos literários. 29 de dezembro de 2009. Disponível em: < <https://edtl.fcsh.unl.pt/encyclopedia/parodia> >. Acesso em 13 de Fevereiro de 2023.

CEIA, Carlos. *Cômico*. E-Dicionário de termos literários. 29 de dezembro de 2009. Disponível em: < <https://edtl.fcsh.unl.pt/encyclopedia/comico> >. Acesso em 13 de Fevereiro de 2023.

DUBNER, Freidrich. *EX CODICE COISILIANUS APUD CRAMERUM ANECD. PARIS, VOL. I 403*. In *Scholia Græca in Aristophanem: Cum Prolegomenis Grammaticorum, Varietate Lectionis Optimorum Codicum Integra, Ceterorum Selecta, Annotatione Criticorum Item Selecta, Cui Sua Quædam Inseruit*, Forgotten Books, 2018.

FARAONE, C. A.; MCCLURE, L. K. *Prostitutes and Courtesans in the Ancient World*. Madison: The University of Wisconsin Press, 2006.

GENETTE, G. *Palimpsestos: a literatura de segunda mão*. Belo Horizonte: Viva Voz, 2010.

HALLIWELL, Stephen. Greek Laughter: A Study of Cultural Psychology from Homer to Early Christianity. Cambridge: University Press, 2008.

HOMER. Homeri Opera in five volumes. Oxford, Oxford University Press. 1920.

HOMERO. Ilíada; tradução e prefácio de Frederico LOURENÇO; introdução e apêndices de Peter Jones; introdução à edição de 1950 E. V. Rieu. — 1a ed. — 2013.

KRAMER, J.A. Anecdota Graeca e Codd. Manuscriptis. Vol. I. Paris: Bibliothecae Regiae Parisiensis, 1839.

KORUS, K. The Theory of Humour in Lucian of Samosata. Eos. Wrocław, n.72, p.295-313, 1984.

LESKY, Albin. História da Literatura Grega. Tradução de Manuel Losa. 3ª ed. Lisboa: Fund. Calouste Gulbenkian, 1995.

LUCIAN. Lucian's Works. Vol. VII. Trad. Harmon A. M. London: University Press Harvard, 1961.

LUCIANO. Obras I, II e III. Trad. José Alsina, Montserrat Jufresa, Francesca Mestre y Pilar Gómez. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1992.

LUCIANO. Obras IV. Traducción y notas por González J. L. N. Madrid: Editorial Gredos, 1992.

MOISÉS, Massaud. Dicionário de termos literários. 12. ed. rev. e ampl. - São Paulo: Cultrix, 2004.

PPC do curso de Letras Clássicas da UFPB. Disponível em:
<http://www.cchla.ufpb.br/clc/contents/menu/direitos-e-deveres>

PLATONE. Repubblica. Traduzione di Giovanni Caccia. 2ª Edizione. Roma: Grandei Tascabili Economici Newton, 2011.

FREQUÊNCIAS SOMÁTICAS: ABERTURAS DO CORPO AO TEMPO ESPIRALAR

Rayrane Melyssa Lima Aragão¹ Ana Valéria Ramos Vicente²

RESUMO

Esta pesquisa investigou as Frequências Somáticas (VICENTE, 2019) enquanto modos de organização e modulação do corpo na investigação/criação em dança, considerando-as férteis proposições ao exercício de conscientização, ampliação e autonomia do movimento na dança. Atentando-se ao acionamento e sustentação de estados de corpo, foram estudadas a compreensão de Estados de Corpo, evidenciada na pesquisa de Laranjeira (2013), e de Estado de Ritmo, proposta por Cunha (2019). Enquanto objeto e método de estudo, se desenvolveu um processo criativo a partir da mobilização da compreensão de tempo para a cultura Bantu-Kongo (FU-KIAU, 2016), e tempo espiralar, emergente das tradições afro-brasileiras (MARTINS, 2021). Diante dos estudos teórico-práticos de Frequências Somáticas, Estados de Corpo e Estado de Ritmo, a pesquisa resultou em uma performance e considerações sobre tais compreensões e suas implicações ao processo criativo, ratificando a importância da experiência somática no âmbito da pesquisa em dança.

Palavras-chaves: Prática como Pesquisa. Frequências Somáticas. Estados de corpo.

¹Email: melyssarayrane@gmail.com

²Email: vicentevaleria@yahoo.com.br, Frequências somáticas como intenção decolonial e prática pedagógica/Frequências somáticas: aberturas do corpo ao tempo espiralar. Email secretaria@propesq.ufpb.br, telefone 3216-7553)

APRESENTAÇÃO

A presente pesquisa investigou as Frequências Somáticas (VICENTE, 2019), enquanto modos de organização e modulação do corpo na investigação e criação em dança, considerando tais proposições sensoriais caminhos férteis ao exercício de conscientização, ampliação e autonomia do movimento na dança. O estudo desta prática investigativa foi acompanhado pela compreensão de Estados de Corpo, evidenciada na pesquisa da professora Carolina Laranjeira (2013), e pela noção de Estado de Ritmo, proposta pela artista transmídia Christiane Lopes da Cunha (2019). Este capítulo visa apresentar os resultados da pesquisa vinculada ao projeto intitulado Frequências Somáticas como intenção decolonial e prática pedagógica, sob orientação da professora Ana Valéria Ramos Vicente.

O projeto de pesquisa visou investigar a transmissão desse modo de organização do corpo para a pesquisa, tendo como objetivo geral potencializar a construção de trabalhos artísticos com poéticas construídas com atenção à qualidade energética do movimento e em relação com tradições, cosmovisões e danças brasileiras e afro-ameríndias, de modo a desenvolver experiências para decolonização do corpo e da estética. Assim, o projeto pretendeu atuar na construção de práticas para transmissão das Frequências Somáticas como modo de investigação e criação; no estudo de cosmovisões e práticas afro-indígenas e tradições culturais brasileiras; e no acompanhamento de processos criativos de estudantes e membros do grupo de pesquisa Cosmover: dança em perspectivas pluriépistêmicas.

Sendo assim, o plano de trabalho teve como objetivo desenvolver e elaborar reflexões a partir de um processo criativo sobre o Tempo, que se desenvolve com a ativação de Frequências Somáticas e em conversa teórica-prática com os estudos de Estado de Corpo (LARANJEIRA, 2013) e Estado de Ritmo (CUNHA, 2019). Portanto, um processo criativo em dança foi sendo elaborado a partir de uma revisão bibliográfica afrocentrada, mobilizando a compreensão de tempo para a cultura Bantu-Kongo, segundo Fu-Kiau (2016), e de tempo espiralar, emergente das tradições afro-brasileiras (MARTINS, 1997 e 2021).

As investigações em leituras, discussões e laboratórios práticos conceberam o aprofundamento da compreensão teórico-prática das Frequências Somáticas e das suas

implicações ao processo criativo, bem como, possibilitaram os estudos sobre os estados corporais e Estado de Ritmo em diálogo com as Frequências Somáticas.

Visando a produção de reflexões sobre a importância da experiência somática em processos criativos no âmbito da pesquisa em dança, esta investigação avistou o aperfeiçoamento de uma relação consciente com a movimentação do corpo, e a construção da minha autonomia enquanto discente pesquisadora no estudo poético do movimento. Logo, a partir das proposições criativas foi possível apreender noções de Estados de corpo, de modos energéticos de organização do corpo, e da implicação e manifestação pulsante do ritmo, ao desenvolver o processo criativo. Como resultado também foi construído o trabalho de dança *E Ago?* apresentado na Jornada de Pesquisa em Artes Cênicas e para estudantes do curso de Licenciatura em Dança.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A priori, se faz importante destacar a compreensão de Educação Somática de Sylvie Fortin (1999) quando afirma que se trata de “uma diversidade de conhecimentos onde os domínios sensorial, cognitivo, motor, afetivo, espiritual se misturam com ênfases diferentes.” (STRAZZACAPPA, 2010, p. 394 apud LARANJEIRA, 2013, p. 85). A perspectiva somática distingue o corpo e o Soma, sugerindo que a experiência seja concebida a partir do próprio sujeito consciente de si e do meio. Tal entendimento se faz essencial para esta pesquisa pois para o desenvolvimento poético e análise do movimento é necessário considerá-lo a partir da minha perspectiva enquanto pesquisadora, que também se auto pesquisa, sem separar mas reconhecendo o fluxo das dimensões que me constituem e envolvem o ambiente.

Consoante com a abordagem somática, o conceito Frequência Somática é uma compreensão vinda de um raciocínio decolonial de investigação em dança, desenvolvida pela professora e artista Ana Valéria Vicente (2019) na sua tese de doutorado, intitulada *Errância passista: Frequências Somáticas no processo de criação em dança com frevo*, a qual parte de suas vivências enquanto passista e pesquisadora em processos de criação em dança.

Sua pesquisa perpassa pela reflexão sobre os encadeamentos energéticos, onde compreendendo que o movimento humano é gerado por energias, Vicente sugere possíveis maneiras direcionadas para mobilizar movimentos involuntários. Cada modo energético, ou seja, cada Frequência Somática, é constituído pela associação entre a atenção, a intenção da investigação e disposição corporal. Assim, a professora propõe Frequência Pequena Dança, Frequências Impulso Interno, Frequências Ambientais, Frequências Energéticas, e Frequência Tremor, como modos de construir danças (VICENTE, 2019).

O entendimento contido na tese de Carolina Laranjeira (2013), costura um pensamento de estados corporais vindos da aglutinação entre a imaginação, memória e materialidade do movimento. Em suas investigações artístico-acadêmicas com as corporalidades e as danças da manifestação popular pernambucana do Cavalo Marinho, a professora buscou compreender a dança provocada por estados corporais a partir de uma perspectiva que perpassa as dinâmicas de movimentos, mas que evidencia o fluxo particular de qualidades expressivas do corpo em cena. Sobretudo, compreende-se que a dança com estados corporais, inteiramente atrelada às esferas cultural, social, e geográfica, ao imaginário e à singularidade do(a) pesquisador(a)/dançarino(a) e/ou brincador(a) de tradições, relaciona-se com camadas sutis e variações de intensidades que modulam e transformam o corpo em cena.

Enquanto eixo do processo criativo, foram estudados entendimentos afrocentrados sobre o tempo, assimilando sua apreensão a partir da compreensão para a cultura bantu kongo, segundo Fu-kiau (2016) e Tiganá Santana (2019), e ainda brevemente sobre a performance do tempo espiralar, segundo Leda Maria Martins (2021). A partir das considerações apresentadas por Fu-Kiau (2016), foi desenvolvido um esquema investigativo para experienciar o tempo a partir dos estágios, ou “represas do tempo” *Musoni, Kala, Tukula e Luvemba*. Tal esquema criativo forneceu metáforas condutoras à investigação do movimento com impulsos corporais e, assim, contribuiu para a construção dramatúrgica da performance intitulada “Eago”.

O Estado de Ritmo, proposto pela Christiane Lopes da Cunha (2019,) aponta à uma compreensão de um estado de consciência sensível onde o ritmo opera em uma dimensão liminal como agente criador e aglutinador na relação entre o corpo e o mundo. Apresentando uma lógica onde o ritmo não é imposto, porém sentido evocado na trama

sutil de eventos e experiências que pouco a pouco configura o estado de Ritmo, Cunha provoca refletir sobre a condição relacional e rítmica do corpo com o ambiente, partindo da perspectiva animista.

Em uma das principais atividades complementares da pesquisa, os encontros organizados nas aulas da disciplina Arte e Sociedade, ministrada pelo professor Sérgio De Oliveira, contribuíram para a consolidação da fundamentação teórica no percurso inicial desta pesquisa. Os encontros dialógicos com o compositor e pesquisador Tiganá Santana, a artista e pesquisadora Cristiane Lopes da Cunha e o artista togolês Anani Sanouvi, imprimiram perspectivas decoloniais e instigaram o pensar e fazer arte de acordo com cosmovisões africanas, reafirmando a indivisão da reflexão e da prática, do movimento-pensamento, da palavra-energia, do corpo coletivo e individual, do espiritual-físico-psíquico.

Em especial, a palestra com Tiganá Santana introduziu os Bantus (ou bantos), grupo etnolinguístico do continente africano, majoritariamente da África subsariana, e especificou o grupo cultural chamado bakongo, na língua quicongo (kikongo), abrindo discussões sobre cosmologias africanas em relação com a produção de arte e conhecimento. As contribuições da aula com Santana foram imprescindíveis para a construção do meu entendimento na pretensão de não só desenvolver um processo criativo tendo como eixo a perspectiva do tempo na cultura bantu, mas também em dimensões pessoais quanto ao (re)conhecer e valorizar a sabedoria de cosmologias decoloniais, me fazendo conceber a cultura como cultivo.

Provocações como “experimentar a horizontalidade do mundo por meio da verticalidade do corpo” (SANTANA, 2021)³, gerou em mim desejos vibrantes de mover em giros e torções no espaço de atravessamentos e me fizeram conceber o corpo como lugar de encruzilhada, em movimentos constantes em entrecruzamentos de referências, pessoas, lugares, sonhos e memórias. E, como Tiganá afirma, “é fundamental dançar com o tempo, escandir e expandir a poética”.

Na discussão com a artista Christiane Lopes da Cunha foi enfatizada a necessária produção e valorização de debates e referências artísticas e bibliográficas não eurocêntricas, para seguir no esforço de não negligenciar e sim reconhecer e

³ Informação verbal no referido encontro remoto na plataforma do *Google Meets*.

problematizar; não reproduzir, e sim eliminar pensamentos, práticas e formatos generalizantes e hegemônicos nas instâncias de produção e disseminação de conhecimentos. Assim, o que Cunha provoca e impulsiona com sua pesquisa sobre Estado de Ritmo é de uma natureza essencialmente conectada com sabedorias originárias, das culturas africanas sobre o ritmo.

O animismo é considerado pela artista como uma outra sensibilidade sobre o real, onde a lógica ocidental da separação do corpo-mente-espírito não faz sentido, a visão empregada compreende a existência de envoltórios e cruzamentos dinâmicos entre alma e matéria que atravessam múltiplas dimensões temporais-espaciais. Nesse sentido, o ritmo é evocado “como agente criador e aglutinador entre o ‘corpomente’ e o mundo” (CUNHA, 2019, p.39)

Cunha propõe reconhecer o Ritmo enquanto força vital na origem e condução do movimento, onde há a entrega e composições dentro do fluxo de intensidades vibracionais. E, compreende-se enquanto submissão, ou entrega ativa, uma disposição paradoxal em que não se trata de uma total dissolução nem perda de si, mas demanda operar-se no fluxo de mútua ação e relaxamento, em um contínuo e permanente intercâmbio. Pois, é o estar ciente desse fluxo, da presença e existência do outro, o início de um estado de submissão, onde o Ritmo é sensivelmente incorporado (CUNHA, 2019).

Assim sendo, “o estado de ritmo se fundamenta na entrega, na submissão ativa ao ritmo, ao chão, ao som, e ao ‘outro’”, reconhecendo ser necessário que o “eu” não atrapalhe a experiência, pois, se procura adotar uma postura onde a subjetividade não deve circunscrever a experiência, mas servir de via para as manifestações do Ritmo (CUNHA, 2019, p. 86). Portanto, a partir deste estudo, foi possível reconhecer o Ritmo em uma sensibilidade amplificada, em possibilidades de manifestar-se em diferentes linguagens e materialidades.

Na conjunção dessas três abordagens teóricas baseadas em práticas específicas, busca-se ampliar as possibilidades de construção de movimento e de cena que ampliem os saberes do corpo.

METODOLOGIA

A investigação consistiu em uma pesquisa performativa (HASEMAN, 2015), ao trazer como objeto e método de estudo o processo criativo, desenvolvido em concomitância e correspondência à assimilação das compreensões bibliográficas de Vicente (2019), Laranjeira (2013), Cunha (2019) e Fu-kiau (2016).

Esta pesquisa contou com o estudo sobre tais noções nas respectivas teses, tendo a participação e colaboração das autoras em encontros remotos ora presenciais. Assim, foram desenvolvidas atividades discursivas e práticas junto ao grupo de pesquisa Cosmover: dança em perspectivas pluriépistêmicas. Foram experimentadas proposições investigativas, guiadas pelas professoras Vicente e Laranjeira, referentes à maneiras pedagógicas de experienciar os princípios das Frequências Somáticas e procedimentos para com estados corporais.

Constituindo-se enquanto uma abordagem analítica-descritiva da experiência, o estudo foi desenvolvido através da realização de leituras das bibliografias, assim como, em diálogos coletivos e laboratórios criativos junto ao grupo de pesquisa, os quais por sua vez proporcionaram a produção de dados autoetnográficos e reflexões sobre a prática de movimento diante das respectivas compreensões.

A fim de estudar os Estados de Corpo e o Estado de Ritmo e discuti-los em relação às Frequências Somáticas, a pesquisa contou com leituras, fichamentos e resumo das bibliografias, tendo a participação e colaboração das autoras em encontros síncronos online e presenciais. No estudo sobre Estado de Ritmo, Christiane Lopes da Cunha participou de encontros síncronos via *google meet*, onde apresentou sua pesquisa propiciando reflexões sobre a perspectiva animista, a submissão ativa (ou entrega ativa), o ritmo e a polirritmia. Quanto aos estudos práticos-reflexivos sobre Frequências Somáticas, com a orientadora Valéria Vicente, e Estados de corpo, com a professora Carolina Laranjeira, foram feitos em encontros presenciais do grupo de pesquisa, juntamente com o acompanhamento da revisão bibliográfica.

Inicialmente, no grupo de pesquisa Cosmover: dança em perspectivas pluriépistêmicas, a professora Carolina Laranjeira conduziu a investigação sobre Estados de corpo, a partir do método *5Rhythms*. Sendo ele uma prática dinâmica criada pela norte-

americana Gabrielle Roth em 1970, *5Rhythms* é um método meditativo em movimento constituído por cinco ritmos o *Flowing*, *Staccato*, *Chaos*, *Lyrical*, e *Stillness*. A sequência destes ritmos cria a chamada “*wave*”, onda que proporciona o(a) dançarino(a) chegar a um estado de “*inner stillness*”. Quer dizer, concebe um trabalho psicofísico que envolve movimentos conscientes, “a conscientização do corpo e o re-despertar dos sentidos são parte das qualidades e expressões do movimento que o corpo aprende enquanto realiza o 5Rhythms”⁴ (tradução nossa).

Assim, foram experimentados durante dois encontros imersivos de duas horas os cinco ritmos, quando foi possível reconhecer momentos de estados de corpo impulsionados ora pela estrutura dos *5Rhythms*, ora pelos complementares estímulos da professora, onde se tornaram protagonistas imagens-sensações de pedra, lama, nuvem e margaridas. Tais estímulos verbais, assim como o de “expansão/contração do universo” e de “desaparecer no movimento”, encaminharam a investigação prática da compreensão de Estados de corpo, apontando para a implicação das metáforas e da qualidade tônica à condição do corpo.

No último encontro de laboratório imersivo sobre os estados corporais, a professora Carolina nos provocou um procedimento que estimula a produção de presença e movimentação do corpo partindo de experimentações com sobreposições de temas musicais. A música Macunaíma de Iara Rennó, do disco Ópera Tupi, induz uma postura e qualidade específica de corpo - desajustada e “lambuzada”, já a presença e atenção dada a segunda música do universo do frevo, ou do universo do *popping*, imprime configurações mais precisas, ritmadas e diretas.

Nessa dinâmica de sobreposição de músicas, em contraste ora em dissolução com diferentes qualidades de movimento, as organizações e especificidades físicas vindas dessas técnicas são evocadas na relação com este “estado de macunaíma”. Por fim, a professora nos apresentou uma partícula de movimentos em referência aos estados trabalhados no seu solo Cordões, onde acontece o entrelaçamento entre os trupés, tombos e pisadas da brincadeira do Cavalo Marinho.

⁴ “awareness of the body and reawakening the senses are part of the movement qualities and expression the body learns while doing the 5Rhythms” (KUBNY, 2013, p. 153, tradução nossa).

Posteriormente, nos encontros conduzidos pela professora Valéria Vicente, iniciamos com sessões curtas da prática do Movimento Autêntico (MA)⁵, já que a prática dessa abordagem participou do percurso investigativo das Frequência Somáticas, em específico a Frequência Tremor, na qual a artista é movida pelo tremor. Sendo uma das ferramentas metodológicas da sua pesquisa, a professora afirma que o “MA é o caminho mais rápido para desenvolver a disposição e consciência da experiência de levar-se pelo movimento” (informação verbal)⁶.

Em sequência, foram conduzidas três sessões entre três a cinco minutos de movência. Na primeira sessão, de três minutos, a professora indicou observar a nossa atenção, ao reconhecer a percepção do que vem do ambiente, das sensações do corpo, dos impulsos de mover, questionando-se internamente “Onde está a minha atenção?”.

Na segunda sessão, com cinco minutos, é proposto disponibilizar-se a mover somente involuntariamente, ou seja, não seguir os primeiros impulsos para mover, observando quais movimentos involuntários surgem. Já na última sessão, dá-se a intenção de mover a paz, provocando investigar a possibilidade de ser conduzida pelo movimento com esta intenção.

Em seguida, o laboratório guiado pela professora Valéria, propiciou uma experiência que aponta para a Frequência Pequena Dança, indicando uma improvisação, baseada no trabalho do coreógrafo Steve Paxton, que nos leva a mover partindo e sendo conduzidos pelos movimentos que seguem o percurso muscular e esquelético. Depois experimentamos formas de tremer e sacudir o corpo, na intenção de chegar a nos familiarizar com a Frequência Tremor.

Entre os estímulos, foi provocado investigar a partir do impulso de movimento, seja dos tremores ou ainda da movimentação vinda da Pequena Dança, a sua manifestação, em seu ápice expressivo, nos levando a observar “até onde esse impulso me leva?” Ou ainda, “a partir desse impulso quais outros movimentos ou ainda outros impulsos surgem?”. Por fim, a professora apresentou uma parte do seu espetáculo Chega!, uma de suas mais recentes obras, ligado intimamente às Frequências Somáticas.

⁵ Movimento Autêntico como Prática do Testemunho é desenvolvido no Brasil por Soraya Jorge (2016), entendido por esta como uma abordagem somática relacional. Sendo “uma prática corporal com funções terapêuticas, artísticas e espirituais e atualmente abrange uma multiplicidade de práticas derivadas das proposições das artistas Mary Whitehouse e Janet Adler” (VICENTE, 2019, p. 61).

⁶ No encontro do grupo de pesquisa Cosmover, 26 de Junho de 2022.

Ainda como parte das atividades do Grupo de pesquisa Cosmover, conduzi um laboratório a partir do cosmograma Bantu Kongo, apontando a forma de apropriação prático-criativa das perspectivas estudadas.

Dessa forma, partindo das investigações desses modos de produção do movimento, eu desenvolvi e experimentei uma proposição metodológica baseada na compreensão de tempo da cultura bantu kongo, com o cosmograma bakongo (FU-KIAU, 2016), e de tempo espiralar (MARTINS, 1997), a fim de conduzir-me ao processo criativo em relação com essas cosmovisões. Em um dos encontros junto ao grupo de pesquisa, compartilhei esta experiência metodológica, em formato de oficina, promovendo a criação em dança a partir de propostas que estimulam a investigação do movimento protagonizando relações pessoais e corporais com o tempo. Logo, iniciei conduzindo um aquecimento com movimentos espiralados em cada uma das articulações do corpo, na direção anti-horária e horária.

Partindo de cada estágio do tempo cósmico, o *Musoni*, *Kala*, *Tukula* e *Luvemba*, vou apontando orientações específicas voltadas à disposição corporal, atenção e intenção, propondo estímulos imagéticos que condizem com as características dos estágios/eras do tempo no cosmograma bakongo. Então, no *Musoni*, a disposição é estar entre o tônus forte e moderado, atenção voltada a eletricidade do corpo, e uma intenção explosiva de mover por impulsos elétricos; no *Kala* a disposição é de tônus entre leve e moderado, mantendo-se entre os impulsos internos, alimentando uma atenção ao fluxo dos impulsos vindos do centro de peso do corpo, e a partir da fluidez da água, tem a intenção de mover a partir dos órgãos.

No *Tukula*, a disposição continua voltada a dar vazão aos impulsos internos, a atenção direcionada à percepção física e aos estímulos vindos do ambiente, a intenção é manifestar-se em êxtase, permitindo que o mover criativamente pelo espaço-tempo conduza a dinâmicas singulares. E por fim, no estágio da *Luvemba*, estar-se disponível à dissolução do ápice na manifestação da confluência entre os estímulos externos e impulsos internos, dando atenção ao corpo e sua relação com o ambiente, e tendo a intenção de desalentar os movimentos, intencionando ser conduzida(o) pela diminuição do tônus muscular.

Em conclusão desse laboratório, indico a feitura de registros no papel, partindo da proposição desenvolvida pela professora Cristiane Fernandes Rosa, em sua oficina

intitulada (Imersão Somática): Dançando na Linha da Kalunga⁷, na qual, para registrar a experiência, é sugerido que se construa um círculo e nele desenha-se duas linhas/eixos - um vertical e horizontal. Formando 4 quadrantes, na parte da direita embaixo escrevemos o que da experiência nos deu prazer, no da direita em cima escrevemos o que foi desconfortável. No próximo quadrante registramos o que trouxe vitalidade, e no último escrevemos o que foi deixado/apartado após a vivência.

Assim, a partir desses laboratórios descritos acima, junto a registros em diário de pesquisa, e com o auxílio de algumas das facetas propostas pelo Processo de Articulações Criativas - PAC (BACON e MIDGELow, 2015), o processo criativo foi sendo desenvolvido e culminou na performance Eago, considerando como princípios condutores as compreensões estudadas (VICENTE, 2019; LARANJEIRA, 2013; CUNHA, 2019). Se faz necessário pontuar a importância da abordagem metodológica do PAC ao exercício de comunicar e incitar a produção de conhecimentos e sentidos corporais das investigações na pesquisa em dança. Com as instruções do PAC foi possível construir as escolhas de sonoridade, figurino e organização da cena, de forma atenta aos impulsos de cada laboratório de investigação de movimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a apresentação dos resultados da pesquisa, a seguir apresento-lhes reflexões quanto às compreensões estudadas, relações entre elas, juntamente com as contribuições dos laboratórios investigativos, e as implicações ao processo criativo. Assim, discorro sobre pontos que se fazem essenciais à construção de um entendimento apurado sobre Frequências Somáticas (VICENTE, 2019), Estado de corpo (LARANJEIRA, 2013), sobre o tempo para a cultura Bantu (FU-KIAU, 2016), partindo do presente estudo teórico-prático.

Frequências Somáticas

Diante do estudo sobre as Frequências Somáticas, a pesquisa conduziu-me à ampliação da consciência na experiência somática da dança com impulsos. A partir da noção de Sintonia Somática do filósofo japonês Shigenori Nagatomo (1992), a tese da

⁷ Oficina, no dia 26 de Junho de 2021, com a professora e pesquisadora Cristina Fernandes Rosa, no II Encontro Internacional de Práticas Somáticas e Dança: "Epistemologias Somáticas em Movimento".

professora Vicente vai introduzindo entendimentos de Corpo Pessoal, concepção somática que considera o corpo em sua totalidade, e de modos de sintonização implicados na teoria de Sintonização (Attunement), a qual dá suporte e acompanhamento epistemológico às Frequências Somáticas.

Ao afirmar que separar o corpo da mente consiste em uma perspectiva limitante do indivíduo, advinda de uma idéia incompleta e de uma experiência superficial do ser humano, Nagatomo (1992) defende que tal consciência sedimentada do corpo pessoal deve ser ampliada, sendo isso possível através de uma mudança epistemológica, reconhecendo as nuances do engajamento entre o corpo e o ambiente. Portanto, ao considerar a sintonia somática entende-se que “investigações baseadas na ampliação da integração entre formas de conhecimento do corpo pessoal”, apontam para uma dilatação da conexão entre o corpo e o seu ambiente (apud VICENTE, 2019, p. 267, 268).

Entende-se os modos de Sintonia como “níveis de conhecimento somáticos”, quanto a inteligência relacional do sujeito, sendo classificados pelo filósofo como Modo Tensional, Modo De-tensional e Modo Não-tensional. Diferente do Modo Tensional, percepção de consciência voltada a mente e de corpo/mundo enquanto objetos, no Modo Não-tensional compreende-se que há uma consciência holística de corpo-mente-ambiente. Já o Modo De-tensional consiste no “processo de integração somática em direção ao modo Não-tensional, ou consciência plena” (NAGATOMO, 1992, apud VICENTE, 2019, p 229).

À vista disso, a professora Vicente propõe apreender a dança a partir de investigações dentro do Modo De-tensional, pois, é a partir dos movimentos e através deles que acontecem a aprendizagem e o desenvolvimento de qualidades perceptivas no âmbito somático de conceber, sem separações entre o corpo, a mente, e o seu meio (VICENTE, 2019).

Como modos de organizar o meu corpo pessoal para dançar, as experiências em laboratório com Vicente fizeram-me lembrar minhas primeiras práticas com a abordagem do Movimento Autêntico. Já que, ao atribuir uma atenção aos meus impulsos corporais, ora movendo ora só estando imóvel, é possível compreender de maneira mais sensível a mim mesma e a minha condição relacional. A cada movência é perceptível um amadurecimento, ou desdobramento, da consciência daquilo que eu vinha carregando e

não percebia, e do que eu estava precisando expressar em gesto, em lágrimas ou até mesmo só por respiração.

A partir das práticas conduzidas por Vicente, certifico-me das possibilidades ilimitadas de dançar com aquilo que involuntariamente se manifesta, ou com o surgimento de impulsos advindos de estímulos voluntariamente provocados ou receptivos. Assim, reconheço Frequências Somáticas (2019) enquanto práticas de dança possibilitam promover uma ampliação das capacidades do Corpo Pessoal no processo à consciência sensível e na manifestação de intrínsecos saberes corporalizados. Assim, potencializa composições de conhecimentos corpóreos, os quais concedem transformações e modulações do movimento e percepção.

Ao deixar ser movida, permitindo ser guiada por impulsos que levam ou não ao movimento, isto sendo uma das principais premissas à investigação com as frequências propostas, é notório que tal exercício gradativamente vai necessitando do desenvolvimento de uma sapiência na forma de lidar com e da capacidade de sustentar tais movimentos involuntários. Frente a este desafio, Vicente propõe o caminho das Frequências Somáticas, atentando-se à combinação de três elementos basilares à movência, quer dizer, a experiência com impulsos corporais.

Consistindo da modulação da **atenção**, isto é, a intenção da observação para com o movimento, tendo o sentido de “sintonizar” diante dos aspectos da experiência somática (VICENTE, 2019, p. 264), a **intenção** da investigação, ou seja, um intuito condutor, e a **disposição** corporal, sendo um “estado de presença” (2019, p. 167). Deste modo, a combinação entre uma determinada atenção, intencionalidade e disponibilidade, constrói modos energéticos específicos de investigação do movimento, como é possível conferir no Quadro 1.

Quadro 1 - Frequências Somáticas e suas especificidades

FREQUÊNCIAS	ATENÇÃO	DISPOSIÇÃO	INTENÇÃO
Frequências Pequena Dança	Focalizar nos micro-movimentos	Assistir o corpo performar suas funções (PAXTON, 1997, apud VICENTE, 2019, p.235)	Reduzir o tônus muscular. Dispor-se a seguir respostas físicas decorrentes e instintivas.
Frequências Impulso Interno	Direcionada aos impulsos e sensações internas	Permitir a transição contínua entre os impulsos	Que o movimento seja conduzido com qualidades dinâmicas emergentes dos impulsos
Frequências Ambientais	Voltada à afetação do ambiente. Relação do corpo com o ambiente	Permitir seguir o fluxo produzido	Absorver uma qualidade dinâmica da relação corpo-ambiente
Frequências Energéticas	Voltada a todas as camadas do corpo, aguardando que alguma sensação guia a atenção	Disponibilizar-se a qualquer estímulo	Aguardar que algum movimento emerja sem expectativas prévias
Frequência Tremor	Voltada à superfície interna da pele; observar onde e como o tremor se manifestará.	Permitir e aguardar que algum músculo se mova.	Ser movida(o) pelo tremor. Manifestar a qualidade expressiva que surgiu e assume um padrão energético.

Fonte: Vicente, (2019).

Portanto, para cada frequência existem direcionamentos particulares em torno desses três elementos que conduzem relações específicas com os impulsos corporais e a maneira como estes podem ser sustentados. Nos laboratórios com a investigação em direção à Frequência Tremor e Frequências Pequena Dança, foi possível refletir de forma prática que tais direcionamentos corroboram em uma abertura aos desdobramentos que um estado de corpo pode manifestar, estado este vindo não de uma intenção racional deliberadamente pré-concebida, mas partindo do que me leva a mover.

No contexto das Frequências Pequena Dança, Vicente induz o grupo de pesquisa à redução do tônus muscular, e nos atenta a deixarmos-nos ser guiados pelo próprio corpo que já traz consigo movimentos instintivos da cadeia muscular e esquelética. Assim, na

relação entre a intenção da redução tônica, atenção à inteligência corpórea e dispondo-nos a ser movidos⁸, nessa experiência é notória uma crescente consciência quanto aos movimentos das direções ósseas, levando-me tanto a reconhecer padrões de movimentos, quanto a descobrir gestos antes inidentificáveis.

Já os estímulos às ações de sacolejar-se e fazer diferentes trepidações, pequenos movimentos realizados de forma rápida e indiretamente, resultando em tremores, foi um caminho para assimilação da Frequência Tremor. Entretanto, o ser movido por tremores não ocorreu, já que eles não se manifestaram involuntariamente. Em contrapartida, nas sessões com o MA, identifiquei tremores involuntários vindos dos meus joelhos. “Acontecem tremores baixos e gradativos. Eles são mais marcantes na perna direita. Quanto mais permito que eles me movam, sinto uns estalos reverberando por todo o meu corpo (DIÁRIO, 10/05/22).

Assim, a professora nos lança o desafio de compreender qual o sentido e quais são os limites do ser movido por uma intenção. É necessário conceber a intenção no ser movido, não enquanto condição controladora do movimento, porém, uma orientação ao que emerge do corpo pessoal. Pois, “a não intencionalidade na condução do movimento, de maneira radical, é compreendida como produzida por uma Frequência Somática” (VICENTE, 2019, p. 33).

Me parece que a intenção ora pode atravessar o próprio impulso na emersão de movimentos involuntários, dando inclusive um esboço dramático - como é o caso do exercício que fizemos de “dançar a paz”, ou ainda, de “acabar com o mal que aflige o mundo”. Ora, a intenção não determinante pode levar o Soma a encontrar um impulso propulsor e pessoalmente instigante na experiência de ser movido, para a partir de seus desdobramentos seja adquirida uma capacidade físico-energética de conduzir e sustentar tal impulso involuntário (DIÁRIO, 24/05/22)

No caso da Frequência Tremor, essa não intencionalidade conduz Vicente a observar onde e como o tremor se manifesta, tendo uma atenção à superfície interna da pele, sendo capaz de assumir um padrão energético específico na experiência somática do seu trabalho Ebulição, investigação que surgiu inicialmente de arrepios involuntários.

⁸ Diferente de se mover voluntariamente, idealizando um movimento, compreendo que ser movida tem o sentido de permitir esvaziar-se de qualquer controle racional frente ao movimento e deixar-se ser movida por algum impulso que me leva a experienciar o movimento. Essa noção de ser movida, no meu caso, foi trabalhada junto ao grupo de pesquisa nas práticas do Movimento Autêntico como Prática do Testemunho, entre os anos 2020 e 2021.

Diante disso, venho entendendo que essa noção de manifestar movimentos involuntários, carregados de uma sabedoria somática, ou seja, partindo do desenvolvimento de uma consciência plena de corpo enquanto soma, atravessa o estar cômico do que acontece consigo e nas relações com outros e com o ambiente. Tais experiências trazem à tona um olhar às qualidades implicadas no momento histórico-social, no contexto cultural e na trajetória pessoal. Assim como, pode desvelar memórias e sensações que revelam potencialidades criativas, apontando à expansão e reformulações da realidade.

Na experiência da performance Eago, sinto que estou sendo dançada quando acontece um fluxo energético a partir dos motores de cada estágio de tempo. Compreendo que não estou o tempo todo sendo “dançada”. É somente ao me engajar nesse fluxo que encontro a sensação de estar sendo movida, de estar dançando involuntariamente.

Portanto, os laboratórios criativos conduziram-me a assimilar as Frequências Somáticas como modos de produção de movimento, e apreender possíveis caminhos investigativos e propulsores da relação com os impulsos corporais. Ao refletir sobre as implicações desse estudo ao processo criativo, considero que ao investigar as nuances dos impulsos na condução com uma atenção, disposição e intenção, faz da experiência na dança um intenso ambiente sensório-relacional, aprimorando sensivelmente as dinâmicas do corpo na movência.

Enquanto força catalítica que possui a potência de transformação, Vicente (2019, p 128) compreende “o movimento em acúmulo, não em gasto de energias”. O que me faz reconhecer a relevância da habilidade em saber gerenciar a energia, uma inteligência adquirida em dosar o fluxo energético do movimento. Em especial, no laboratório com os tremores, observei quão crucial é esse saber para a qualidade da disposição na movimentação. Assim, sendo o movimento uma manifestação de energia, este estudo também foi capaz de confirmar a importância da experiência, do desenvolvimento e maturação de inteligências somáticas na investigação em dança.

Estado de Corpo

Com o estudo sobre estados corporais na pesquisa da professora Carolina Laranjeira (2013), é possível compreender que os estados de corpo vêm de uma aglutinação entre a imaginação, memória e a materialidade do movimento, que envolve qualidades tônicas. Assim, a dança provocada por estados corporais perpassa a forma e

organização do movimento, evidenciando o fluxo de estados atrelados aos aspectos cultural, social, geográfico e à singularidade do(a) pesquisador(a) / dançarino(a) / brincador(a).

Ao tratar-se do âmbito da imaginação, Laranjeira traz consigo as contribuições de Lakoff e Johnson (1999; 2002), ao confirmar que as expressões metafóricas aperfeiçoam a experiência subjetiva atribuindo contornos da imaginação e do sentimento à linguagem. Em síntese, os fundamentos do raciocínio e dos pensamentos seriam os padrões de qualidades afetivas, de interação e orientação corporais, que por sua vez constroem esquemas de imagens advindos das experiências sensório-motoras desde a infância (LARANJEIRA, 2013, p. 63, 64).

Na sua pesquisa com o Cavalo Marinho, a professora Carolina Laranjeira (2013) constata que a utilização de imagens metafóricas provoca ao movimento qualidades singulares, e que revelam aspectos do imaginário coletivo. Sendo elas carregadas de carácter simbólico e por proporcionarem efeitos qualitativos à movimentação, parece enriquecedor aos processos criativos em dança investigar a associação entre movimentação e imagens.

A implicação do uso de uma imagem metafórica é também relatada na experiência descrita pela professora Valéria Vicente, em laboratório com as Frequências Somáticas. Pois, usar a imagem de poros da pele parece suscitar uma transformação psicofísica na experiência, já que vão “abrindo a parte interna dos poros, as quais geram uma fisicalidade baseada na sensação interna” (VICENTE, 2019, p. 239).

Durante os meus laboratórios no processo criativo de N’ÁGUA⁹, eu reconheço a importância que as imagens tiveram ao me aproximar das sensações que surgiram durante a investigação. Bem como, percebo que elas proporcionaram a rememoração dos estados de corpo que cada vez mais se instauraram em padrões de movimento, na relação com o ambiente, com a gravidade, e da instituição de uma determinada qualidade do olhar. Identifico também, o íntimo vínculo que tais estados possuem com as cores branca, azul e lilás.

⁹ N’ÁGUA: entre estados de Anestesiamento e Água-viva é o resultado artístico da pesquisa de iniciação científica (2020-2021), com o qual foi produzida uma videodança. Disponível pelo link: <https://www.youtube.com/watch?v=EPcGNlzhwD4&t=292s>

O estado que nomeei Água-viva e o estado de Anestesiamento, partindo do que eu vinha experienciando na movimentação e das sensações particulares naquele período do processo criativo, levou-me a protagonizar imagens carregadas de sensopercepções singulares, de um corpo aquoso - água-viva - e de um corpo anestesiado. E, como afirma Laranjeira (2013, p. 65) “o mecanismo metafórico se corporifica pela insistência da experiência”, logo, quanto mais eu reconhecia a imagem de água-viva e do anestesiamento, mais eu conseguia me atentar às especificidades na instauração de cada estado corporal.

Segundo a professora Laranjeira, tanto os estados corporais acompanham e constroem sentidos e qualidades aos movimentos, quanto os movimentos constroem e carregam estados de corpo, provocando mudanças nestes. Ao atentar-se ao aspecto da memória nos seus laboratórios de criação, ela assimilou que memorizar um movimento implicaria memorizar o estado corporal que carrega e é carregado pelo movimento. Já que “a repetição só se torna ‘fiel’ ou próxima desse momento singular em que surge a movimentação, quando consigo ‘acessar’ um estado corporal similar ao do momento anterior, utilizando a memória” (LARANJEIRA, 2013, p. 76).

A memória seria o registro que fazemos de algo, e esse registro possui não só a imagem do objeto, mas também os estados corporais, os ajustes musculares na ação de perceber e conhecer tal objeto. Ou seja, é interessante refletir que a memória carrega imagens sensoperceptivas, pois quando um objeto é recordado, a emoção e a disposição muscular, que o acompanhou na primeira percepção deste objeto, sobrevém. Em concordância com o que o neurocientista António Damásio nomeia de marcador somático, ou seja este processo de reconhecimento sensitivo, Laranjeira compreende que através desse marcador somático é concebível tomar decisões complexas (LARANJEIRA, 2013, p. 71).

Ao trazer em seu estudo a contribuição da pesquisadora e dançarina Eloisa Domenici (2004; 2009), Laranjeira (2013, p. 78) afirma que quando os estados corporais acontecem de maneira consciente na experiência com o movimento, cria-se uma memória de trabalho. Sendo ela composta por imagens associadas às informações tônicas que acontecem no corpo, são produzidas imagens que alteram estados emocionais e associam-se às memórias, que por sua vez acarretam outros estados, transformando o movimento, o corpo e a imagem.

Considerando os laboratórios com o meu processo criativo nesta pesquisa, levando em conta o esquema de qualidades de movimentos e orientação dos impulsos corporais, percebo que o ensaio continuado, isto é, a insistência de experienciar tais dinâmicas corporais, corrobora em uma variação de estados de corpo que a cada estágio da performance imprimem transformações no movimento. Entretanto, de alguma forma as movimentações agregam-se em uma memória corporal específica, de um agora que lembra o passado e ao mesmo tempo é imprevisível como o futuro.

Como a professora confirma, o “refinamento sutil da percepção interna justaposta aos outros estímulos imagéticos, ou, simplesmente, do meio externo poderia provocar esta dança dos estados corporais” (LARANJEIRA, 2013, p. 80), na relação entre o que acontece internamente e o que aparece transformando o aspecto externo. Na intenção de entender essa mudança do aspecto interno ao externo, se faz essencial o entendimento da variação de tonicidade.

Ao dialogar com a teoria de Godard (1992, 1994, 1995, 2006), a pesquisa da professora Carolina afirma que a investigação com estados corporais na dança tange uma orientação poética concentrada na manipulação dos estados tônicos, dando atenção aos sentidos dos efeitos perceptivos que imprimem transitoriedades tanto em quem dança quanto em quem a assiste (LARANJEIRA, 2013, p 104).

Diferente das Frequências Somáticas, que na instauração de uma lógica própria do movimento, “não passam pelas sensações de intensidade”¹⁰ desencadeada pelo condicionamento físico com estados corporais, é perceptível nos procedimentos com estados de corpo o protagonismo de uma intensa ativação psicofísica que envolve intrinsecamente imagens-sensações e mediações tônicas. Assim, é na capacidade de “orquestração da experiência tônica”, como disse a professora Laranjeira nos laboratórios, que a dança com estados corporais se configura.

Diante disso, compreendo que nesta investigação com estados há a corporificação de metáforas imagéticas, envolvendo texturas, dimensões, e nuances da percepção subjetiva na experiência performática. Reconheço especificidades do meu anterior processo criativo N’ÁGUA, por analisá-lo com uma atenção mais apurada às características que constroem cada estado corporal. E, quanto aos laboratórios criativos

¹⁰ (informação verbal, VICENTE, 24/05/22), durante um dos encontros no grupo de pesquisa.

da pesquisa criativa atual, venho notando cada vez mais a presença de posturas e passos experienciados por mim durante o percurso dos componentes no curso de Licenciatura em Dança.

Me testemunho fazendo movimentos com os pés das aulas de frevo com a professora Valéria Vicente, das aulas de Tradições Brasileiras com a professora Carolina Laranjeira. Assim como, alguns desdobramentos de gestos do tronco, dos membros superiores e do quadril embebidos pelas experiências em aulas com o professor Sérgio de Oliveira, com fundamentos do ijexá, do samba de roda e outras tradições.

Assim, nesse processo criativo, é perceptível as implicações da relação com a memória, especialmente das vivências acima relatadas, tal como, das sensações vindas de metáforas da compreensão de tempo estudada, junto à minha atual percepção temporal. Além disso, ao considerar o que Laranjeira (2013, p. 135-136) imprime sobre a configuração em roda, eu resolvo apresentar a performance entendendo ser essencial reiterar a “proximidade e porosidade” que envolve configurar a experiência performática em um espaço circular, pois isto, “é também metáfora marcante de um tempo circular”.

Partindo dos impulsos corporais, das dinâmicas de movimento que não necessariamente advenham de técnicas, ou, que não apresentam (aparente) relação com códigos de dança formalizados, como é o caso das minhas investigações, o caminho da pesquisa sobre estados corporais possui a potencialidade de (re)criar e desenvolver ilimitadas perspectivas de dança e de mundo.

Falar de tempo é sobretudo também falar do ritmo, do ritmo dos acontecimentos. É quando sintonizamos com o espaço-tempo (que também é corpo) que vamos percebendo, sentindo, e experienciando o tempo, a vida, o próprio ritmo e os outros ritmos propulsores de modulações de estados de corpo (DIÁRIO, 24/02/22).

O Tempo e o Processo Criativo Eago

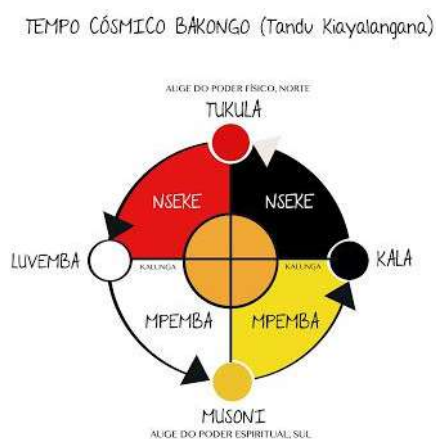
A partir dessas abordagens de investigação do movimento, o desenvolvimento do processo criativo teve como matéria-prima a compreensão de tempo para a cultura Bantu-Kongo, a partir das contribuições de Fu-Kiau (2016) e Santana (2019). Para isso, me disponibilizei experimentar criativamente no corpo o tempo cósmico.

Segundo Fu-Kiau (2016), o tempo na perspectiva do povo Kongo é cíclico,

percebido e compreendido a partir dos “*Dunga*”, ou seja, dos acontecimentos. Considerei em improvisação semi-estruturada, os quatro estágios entendidos como “represas do tempo”, o tempo *Musoni, Kala, Tukula* e *Luvemba*. Sendo o princípio, *Musoni* - o tornar-se matéria; o *Kala* - nascimento do ser vivo, quando surge a água no planeta; o *Tukula* - amadurecimento e desenvoltura criativa; e ao completar a fase de formação e transformação o *Luvemba*, no último estágio fecha-se o ciclo temporal da experiência performática.

A partir da compreensão dessa perspectiva de tempo bantu, foram sendo experimentadas em laboratório as proposições desenvolvidas por mim e descritas na Metodologia deste artigo. Logo, elementos dramaturgicos e indicadores da materialização da compreensão de tempo foram surgindo durante o processo criativo. A escolha da percussão presente em partes da performance se manteve necessária pela notória relação deste estímulo sensorial, principalmente durante o estágio *Kala* e o *Tukula*. Já em outros momentos, a presença de tambores acabou se tornando um desafio já que a cada estágio há disposição, atenção e intenção específicas. Assim, no desenrolar da pesquisa a edição da música foi um processo a priori intuitivo que com o tempo amadureceu segundo as necessidades de cada estágio.

Figura 1 - Tempo Cósmico Bakongo



Fonte: Mo Maiê (2016)

Dessa forma, as investigações de gestos e estados que partiram do imaginário ligado a esta compreensão temporal impulsionaram-me a reverberar movimentações que

ressaltaram uma estética afrocentrada, apontando à uma identidade afro-brasileira reconhecida além pela qualidade dos movimentos e por aspectos como a disposição circular do corpo em cena (em roda). Assim como, a necessidade de traçar os cabelos para dançar, o fato de sentir a demanda por batuques durante os laboratórios, mesmo sem ter antes a pretensão de reproduzir músicas, e do impulso em cantar relacionando-se com os sentidos vindos das palavras em bantu, descritas abaixo na composição com a palavra “eago”.

E agora, menina? EAGO. E agora, menina? EAGO. Dingo dingo, oh pene na yo. Êh, pene na yo. Mokolo Moko, EAGO. Dunga Dunga pene na.

Enfatizando enquanto um dos principais impulsos corporais a questão “E agora?”, expressão geralmente usada em situações de desorientação ou inquietação para com um *dunga* (acontecimento), me provoço a experimentar respostas vindas desta pergunta, perpassando e entrecruzando os estágios do cosmograma Bantu-Kongo. Para pensar esse agora, na dinâmica corporal cíclica diante dos “*dingo dingo*”, expressão traduzida por Santana (2019, p.131) como temporalidade aberta, inscrita no espaço dos acontecimentos, aglutino na performance o passado-presente-futuro.

Figura 2 - A performance *Eago*



Fonte: Registro da performance na UFPB, em 26 de Setembro de 2022.

Em Eago eu lido também com o impulso de mover rotacionando o tronco, quadril ora os membros superiores de forma espiralada, rotações gradualmente contidas ora dispersas, a partir de algumas imagens de espirais. A partir deste impulso surgiram

trepidações vindas de diferentes partes do corpo, levando-me a tremer. Tendo em vista que na *Frequência Tremor*, Vicente (2019) conduz a investigação de movimentos involuntários diante de uma atenção sobre onde e como o tremor se manifesta, reconheço que ao associar a imaginação - um dos aspectos dos estados corporais - com os direcionamentos energéticos de impulsos físicos, esta investigação aponta à um possível caminho de acesso às frequências partindo da relação indissolúvel das dimensões psicofísicas e energéticas do corpo em movimento.

Outra característica perceptível durante os laboratórios foi a presença da repetição como processo pendular de gestos que iam surgindo e repetindo-se. Considerando a qualidade curvilínea e reativadora que a repetição gera no movimento, Martins afirma que no ato performativo, há uma sincronicidade onde o presente “atrai para si o passado e o futuro, e neles também se esparge, abolindo não o tempo mas a sua concepção linear e consecutiva” (MARTINS, 2020, p. 85). Assim, compreendo que almejei com a performance *Eago* experienciar e provocar ao público uma experiência singular de relação criativa e encurvada de tempo.

Figura 3 - O processo criativo *Eago*



Fonte: Arquivo pessoal, registros durante laboratórios.

CONCLUSÕES

Com o objetivo de desenvolver e elaborar reflexões a partir de um processo criativo sobre o Tempo, que se desenvolve com a ativação de Frequências Somáticas

(VICENTE, 2019), em diálogo com os estudos de Estado de Corpo (LARANJEIRA, 2013) e Estado de Ritmo (CUNHA, 2019), a pesquisa proporcionou uma compreensão teórica-prática das proposições investigativas, as quais revelam-se potencializadoras da experiência somática no âmbito da pesquisa em dança.

A partir do processo criativo que culminou na performance intitulada Eago, foi possível desdobrar sentidos psicofísicos, tratando-se de uma dança imbuída de estados de corpo. Assim como, sentidos de tempo e de ritmo operantes da experiência performática e desenvolver a capacidade de conduzir-me a partir de direcionamentos energéticos. A prática laboratorial de todas as Frequências Somáticas (2019), não foi viável devido ao período limitado dos encontros de pesquisa. Contudo, ao estudar as especificidades de cada frequência, e por vivenciar na prática caminhos de abertura à experiência com Frequências Pequena Dança e Frequência Tremor, pude entender os princípios que perpassam cada frequência proposta por Vicente.

Assim, utilizando-se dos caminhos metodológicos artístico-acadêmicos, para refletir e compreender tais temas da pesquisa, as experiências durante os laboratórios pessoais e os conduzidos pelas professoras Valéria Vicente e Carolina Laranjeira, encaminharam-me à assimilação do que fundamentalmente constrói as diferentes Frequências Somáticas e os Estados corporais, sua relação e distinção, como também, entender no corpo as sensopercepções da compreensão de tempo.

Com o desenvolvimento de entendimento afrocentrado sobre o tempo como eixo ao processo criativo, as considerações apresentadas por Fu-Kiau (2016), resultaram no desenvolvimento de um esquema investigativo de experienciar o tempo a partir dos estágios, ou “represas do tempo”. Os estágios/Tempos Musoni, Kala, Tukula e Luvemba contribuíram para a construção dramática da performance, e ao processo criativo forneceram metáforas condutoras à investigação do movimento vindas de impulsos corporais.

Compreendo que a dança na performance Eago vai enlaçando movimentos retroativos de energias que surgem no momento da própria experiência performática, em conversa com ritmos vindos de impulsos internos ora da música polirrítmica. Ao evocar imagens-sensações, emergindo qualidades físicas singulares, e ao exercitar formas de conduzir-me por uma intenção, dispondo-me de uma determinada maneira e atentando-me na orientação da manifestação de gestos, por vezes involuntários, esta pesquisa

revelou na investigação do movimento o fértil terreno que estas propostas sugerem à experiência somática na pesquisa em dança.

Perspectivas

A realização deste plano de trabalho evidenciou a possibilidade de ampliação da pesquisa através de Frequências somáticas, através da troca entre estudantes e pesquisadores interessados na ampliação do acesso à inteligência corporal e aos movimentos que emergem de uma conexão aprofundada entre a consciência e os impulsos físicos.

Através dos laboratórios com integrantes do grupo de Pesquisa Cosmover, foi possível a pesquisadora identificar os próprios modos de produção de movimentos não codificados e adquirir ainda outras formas de iniciar, modular a gestualidade e compor improvisação semi-estruturada como um espetáculo de dança. Portanto, uma das primeiras perspectivas é a de que a estudante-pesquisadora possa iniciar um percurso profissional, apresentando e desenvolvendo o trabalho como um espetáculo de dança, também fora do contexto acadêmico.

Enquanto parte integrante do projeto de pesquisa Frequências somáticas como intenção decolonial e prática pedagógica, a realização deste plano de trabalho e os resultados alcançados apontam para ampliação da consciência corporal e capacidade de improvisação em dança apenas pela mobilização dos conceitos-práticas que integram o estudo de Frequências Somáticas. Dessa forma, objetivou-se formas de compartilhamento acessíveis a estudantes da graduação que poderão ser aplicadas em ambientes de ensino e extensão, com diferentes objetivos.

Por outro lado, abriu a perspectiva de aprofundamento no potencial decolonial deste tipo de abordagem. No ponto de vista da produção cênica a interpelação da frequência somática com o conceito Bantu de tempo provocou uma grande mudança nas características estéticas da produção da pesquisadora, aproximando-a de marcadores culturais da diáspora africana. Tal ativação aponta como perspectiva de desdobramento de outras pesquisas neste mesmo sentido.

Do ponto de vista de pesquisa em dança, seus resultados deram ensejo a investigação das frequências somáticas como facilitadores do aprendizado de danças

populares específicas, o que está sendo desenvolvido pela estudante Karla Oliveira, contemplada no PIBIC de 2022-2023.

REFERÊNCIAS

CUNHA, Christiane Lopes da. Estado de Ritmo: entrelaçamento entre arte e animismo. (Dissertação), Niterói: Programa de Pós-Graduação em Estudos Contemporâneos das Artes, – PPGCA, Universidade Federal Fluminense, 2019.

FU-KIAU, K. K. Bunseki. Ntangu-Tandu-Kolo: O Conceito Bantu.Kongo do Tempo Tradução de Mo Maiê Rede Africanidades, 2016. Disponível em: <http://terreirodegriots.blogspot.com/2016/12/ntangu-tandu-kolo-o-conceito-bantukongo.html>

HASEMAN, B. Manifesto pela pesquisa performativa. In: Seminário de Pesquisas em Andamento PPGAC/USP, 5. 2015. São Paulo. Resumos... São Paulo: PPGAC-ECA/USP, v.1, p.97-102.

JORGE, S. A arte de mover e ser movido. Instituto Junguiano do Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://doczz.com.br/doc/109900/movimento-aut%C3%AAntico-%E2%80%93-a-arte-de-mover-e-ser-movido>. Acesso em 12 jun. 2022.

KUBNY, Rosalie. Dance as elicitive motion - A Different Way to Unfold Peace: 5Rhythms Dance as Inner Peacework. Master Thesis, University of Innsbruck, Innsbruck, Áustria, 2013.

LARANJEIRA, Carolina Dias. Uma dança de estados corporais a partir do samba do Cavalo Marinho: corporalidades e dramaturgias da brincadeira em diálogo com o processo de criação de Cordões. Salvador: Programa de Pós-Graduação em Artes Cênicas da UFBA, 2013. Tese de doutorado.

MARTINS, Leda Maria. Performances do tempo espiralar: poéticas do corpo-tela. Rio de Janeiro: Cobogó, 2021.

N'ÁGUA: entre estados de Anestesiamento e Água-viva. Produção de Rayrane Aragão. Direção de Renatha Aragão. 1 videodança (6 min 13 seg). [S.l.: s.n.] 2021. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=YQtvA_L7tJc Acesso em: 20 ago. 2022.

SANTOS, Tiganá Santana Neves. A cosmologia africana dos bantu-kongo por Bunseki Fu-Kiau: tradução negra, reflexões e diálogos a partir do Brasil. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Estudos da Tradução do Departamento de Letras Modernas da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, da Universidade de São Paulo, 2019.

VICENTE, Ana Valéria Ramos. Errância passista: frequências somáticas no processo de criação em dança com frevo. (tese de doutorado). Salvador: Programa de pós-graduação em Artes Cênicas da UFBA, 2019.

MULTIDISCIPLINAR

ANÁLISE ESPACIAL DO NÚMERO DE CASOS E ÓBITOS CONFIRMADOS POR SÍNDROME RESPIRATÓRIA AGUDA GRAVE (SRAG) NO ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL

João Paulo Rodrigues de Lima¹ Nadjacleia Vilar Almeida²

RESUMO

A Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) pode ter origem em diferentes agentes etiológicos, inclusive o coronavírus. As geotecnologias possibilitam identificar a expansão da doença em uma região gerando um padrão de comportamento da sua distribuição. Objetiva-se analisar o comportamento da distribuição espacial do número de casos e óbitos confirmados por outras SRAG no estado da Paraíba. Os registros das SRAG foram adquiridos junto a Secretaria de Saúde do Estado. Foram elaborados mapas temáticos a partir dos dados de casos e óbitos acumulados por 100 mil habitantes. A análise espacial evidencia a mudança de comportamento da SRAG antes e durante a pandemia da Covid-19 em todas as Regiões de Saúde do estado. Foram registrados em média 18 vezes mais casos acumulados de SRAG durante a pandemia, os óbitos por SRAG foram mais frequentes nas pessoas entre a faixa etária de 70 a 80 anos e provavelmente ocorreu uma subnotificação de casos de Covid-19 disfarçado de SRAG.

PALAVRAS-CHAVE: Geoprocessamento; Distribuição espacial; Covid-19.

ABSTRACT

Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS) can originate from different etiological agents, including the coronavirus. Geotechnologies make it possible to identify the expansion of the disease in a region, generating a behavioral pattern of its distribution. The objective is to analyze the behavior of the spatial distribution of the number of cases and deaths confirmed by other SARS in the state of Paraíba. SARS records were acquired from the State Health Department. Thematic maps were created based on data on cases and deaths accumulated per 100,000 inhabitants. The spatial analysis shows the change in SARS behavior before and during the Covid-19 pandemic in all Health Regions of the state. On average, 18 times more cumulative SARS cases were recorded during the pandemic, deaths from SARS were more frequent in people between the ages of 70 and 80 years, and there was probably an underreporting of cases of Covid-19 disguised as SARS.

Keywords: Geoprocessing; Spatial distribution; Covid-19.

¹joaopaulorlima94@gmail.com

²nadjacleia@ccae.ufpb.br, Geoprocessamento aplicado ao estudo da distribuição espacial dos casos e óbitos confirmados por Covid-19 no estado da Paraíba, Brasil / Análise espacial do número de casos e óbitos confirmados por Síndrome Respiratória Aguda Grave (Srag) no estado da Paraíba, Brasil, (83) 99921-4203, fapesq@fapesq.rpp.br.

APRESENTAÇÃO

Esse trabalho está diretamente vinculada ao projeto de pesquisa “Geoprocessamento aplicado ao estudo da distribuição espacial dos casos e óbitos confirmados por Covid-19 no estado da Paraíba, Brasil” desenvolvido no Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento do Campus IV da UFPB e com o apoio do grupo de pesquisa Estudo Geoambientais cadastrado no CNPq. A pesquisa objetiva analisar os casos e óbitos confirmados de Covid-19 desde o ano de 2020 e os casos e óbitos confirmados por outras Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) no estado da Paraíba no período anterior e posterior a pandemia da Covid-19.

Partiu-se da hipótese de que os casos de SRAG, a partir de janeiro de 2020, estão diretamente relacionados aos casos de Covid-19. Assim, o objetivo da pesquisa que será apresentada nesse capítulo, foi realizar um estudo epidemiológico, transversal, descritivo e analítico de modo a analisar o número de casos e óbitos temporalmente cadastrados como SRAG (excluindo Covid-19) nos 223 municípios do estado da Paraíba e relacionar com as regiões de saúde do Estado, com a população total, com a faixa etária dos pacientes, além de relacionar sua distribuição com as rodovias federais e estaduais.

A Paraíba é um estado da região Nordeste da República Federativa do Brasil, com uma população estimada em 4.059.905 pessoas no ano de 2021, densidade demográfica de 66,7 hab/mk², índice de desenvolvimento humano de 0,658 em 2010 e uma área territorial (2020) de 56.467,242 km² (IBGE, 2021). A intensa ocupação do uso do solo em grandes centros urbanos, em consequência do crescimento populacional, tem como resultado um enorme desafio para o poder público, afinal, a concentração populacional tende a provocar estresse devido ao excesso ou escassez em diferentes níveis e em diferentes segmentos, dentre eles, podemos destacar o saneamento básico como uma das principais problemáticas (OLIVEIRA e MORAES, 2017).

Identificar a expansão de uma doença em uma região nos permite gerar um padrão de comportamento da sua distribuição, além disso, proporciona uma série de informações que são úteis para compreensão e tomada de decisão por parte dos gestores. Logo, observar como a doença se propaga nas regiões do estado nos permite averiguar os locais em situação grave, além de compreender qual o percurso intermunicipal de maior propagação da síndrome (PEDROSA e ALBUQUERQUE, 2020). Diante disso, podemos

destacar as geotecnologias como principal ferramenta de auxílio, devido à grande capacidade de coletar e sintetizar dados, facilitando a interpretação e tomadas de decisões (NARDI et. Al, 2013).

As geotecnologias têm se mostrado de grande utilidade no que diz respeito a modelagens espaciais em suas diversas formas de aplicação, pois, por possibilitar novas descobertas, contribui para a gestão pública, facilita a interdisciplinaridade e evolução da ciência. A sistematização dos dados através do SIG advém de uma problemática inicial, onde muitas vezes as informações alocam-se em um elevado volume de dados organizados de forma caótica. Porém, é possível identificar ao menos uma mínima hipótese de condição direta e/ou de relação com o objeto de estudo, sendo este o caso dessa pesquisa. Logo, por meio de uma aplicação de SIG, consegue-se ordenar os dados (relatados em tabelas, gráficos, imagens e entre outros) de modo a encontrar o comportamento do objeto de estudo e gerar novas informações (FLORENZANO, 2005).

De acordo com os dados obtidos na Secretaria de Saúde do Estado da Paraíba, além dos casos informados pelo INFOgripe da Fiocruz, observa-se um elevado número de casos da SRAG em relação às semanas epidemiológicas antes da pandemia do coronavírus (SARS-COV-2), na qual intensificou-se em 2020. Diante do exposto, analisar o comportamento espaço-temporal de SRAG no estado é de vital importância para entender o impacto da Covid-19 na população paraibana.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

É fato que a globalização surge tendo como um dos seus intuitos fortalecer as relações culturais, de modo a fomentar o desenvolvimento socioambiental, econômico e cultural. Os novos destinos têm se mostrados curtos, não pela extensão territorial, mas pelas tecnologias empregadas em seu uso, sejam elas nas embarcações com exportações de commodities agrícolas, pelas modernas viagens aéreas, pelas mídias sociais e demais ferramentas. Tais deslocamentos ocorrem por diferentes motivos, como guerras, trabalho, turismo, oportunidades, mas, no geral, visam a busca de bem estar individual e/ou coletivo. Este novo estilo de vida tem colocado sob pressão os recursos naturais, tendo como produto o desequilíbrio ambiental, que está diretamente ligado a saudável

qualidade de vida. Para mais, atenta-se para reflexão no que diz respeito a imunidade natural de cada povo e a maneira como a transmissão de doenças infecciosas que, por vezes, regional, passam a atingir novas e distantes culturas. Desse modo, é notório que o encurtamento das fronteiras está diretamente ligado ao avanço dos vírus, parasitas, bactérias e fungos (BERLINGUER, 1999).

O surgimento do novo coronavírus (Covid-19) em 2019, no continente asiático, mais precisamente em Wuhan, na China, apresenta um aspecto clínico que vai desde leves sintomas gripais até casos graves, onde o paciente precisa ser entubado em uma Unidade de Terapia Intensiva (UTI). É importante ressaltar que a rápida disseminação está diretamente associada ao tempo de vida do vírus ao ar livre e fixado em objetos e, especialmente, a dificuldade de diagnosticar os pacientes, fator que dar-se devido ao vasto aspecto clínico do vírus, assim como a precária tecnologia de testagem. Essa nova situação epidemiológica impôs ao mundo um novo desafio, pela primeira vez no século XXI em termos de magnitude, uma quebra na fluidez da globalização, onde o mundo entrou em estado de alerta, os prejuízos foram enormes e as perdas humanas incalculáveis. Diante disso, mensurar óbitos e/ou afetados requer uma sensibilidade e responsabilidade, pois as análises têm um papel fundamental no que tange o desenvolvimento da humanidade, seja ela no aspecto das relações sociais ou científicas, visto que a partir desse momento desenvolvem-se novas tecnológicas, metodologias e outros. Logo, de maneira trágica, os desastres e o grau de impacto, que são refletidos em dados estatísticos, estão diretamente ligados a uma forma de progresso, mesmo que sendo, infelizmente, pela dor (LIMA, 2020).

Uma síndrome é definida como um conjunto de sinais e sintomas que podem ser gerados por inúmeras causas distintas. Ao investigar os sinais e sintomas, pode-se descobrir a causa específica e, após isso, ela perde essa característica de síndrome e passa a ser considerada uma doença (SIQUEIRA et. al, 2020). Além disso, a classificação de Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) dar-se pela soma de pelo menos dois ou mais sintomas, sendo eles: febre alta (acima de 37,8°C), tosse, dor de garganta, dificuldade respiratória, dispneia, saturação de $O_2 < 95\%$, casos que necessitam de hospitalização, por fim, casos com evolução onde o indivíduo tenha demonstrado algum dos conjuntos de sintomas aqui citados (BASTOS et. al, 2020).

É certo que o aparecimento de novos agentes etiológicos resulta em um grande desafio para toda comunidade, pois alguns apresentam um potencial elevado de impacto

em diversos aspectos, como: disseminação, tipos de sintomas, sua classificação, origem, testagem, tipos de medicamentos adequados para o tratamento dos pacientes, contenção da doença e outras. Alguns têm um avanço tão agressivo que são capazes de parar uma cidade, estado, país e até o mundo, sendo esse último, o caso da COVID-19. Dentre os principais agentes etiológicos que tem como produto a evolução de uma SRAG destacam-se os vírus: influenza A, dengue, sincicial respiratório, adenovírus, hantavírus e o coronavírus. Além disso, bactérias como: pneumococos, Legionella pneumophila, leptospirose, entre outras (RIBEIRO et. al, 2010).

Além das complicações e desconfortos impostos aos acometidos, a SRAG impõe um elevado risco de internação hospitalar em Unidade de Terapia Intensiva (UTI), com o uso de ventilação mecânica e, inclusive, podendo resultar em óbito. Este tipo de ocupação inesperada e de grande escala, além dos custos provocados, é um desafio operacional para a equipe de saúde. A evolução da SRAG dar-se de maneiras distintas e está relacionada a diferentes fatores, na qual a junção destes podem elevar o grau de dificuldade no tratamento do paciente e, destacam-se a faixa etária elevada dos pacientes, doenças preexistentes (crônicas), uso de medicamentos diário além do quadro vacinal (ARAUJO et .al, 2020).

Por motivos de gestão da saúde coletiva fez-se necessário criar um sistema capaz de notificar os casos de SRAG no Brasil. Diferente da saúde preventiva, na qual trata-se a doença antes mesmo que ela apareça, a vigilância se deu apenas mediante uma pandemia no ano de 2009, causada pelo vírus H1N1, também conhecida como gripe suína. Ao passar dos anos, diante de novas demandas o sistema passou a notificar outros casos, conseqüentemente tornando-se um sistema de vigilância robusto e abrangente. Desde 2012 os dados são notificados pelo Sistema Nacional de Agravos de Notificações (SINAN), além disso, é importante ressaltar que as notificações são obrigatórias (SILVA et. al, 2020).

Como o SINAN notifica as investigações de doenças e agravos, criou-se um sistema direcionado para notificar os casos relacionados à gripe, chamado INFOgripe, criado pelo Ministério da Saúde, Fundação Getúlio Vargas e Fiocruz, onde os casos são notificados semanalmente. Desde a notificação do primeiro caso de COVID-19 no Brasil, em fevereiro de 2020, era de se esperar uma mudança no registro de casos. Assim, o sistema detectou cerca de 10 vezes mais novos casos de SRAG, dados esses que fogem do padrão histórico antes da pandemia da COVID-19. Durante o período pandêmico da Sars-Cov-2 os casos de

SRAG continuaram acima do padrão (CARVALHO, 2020).

Dentre as metodologias tidas como referências para estudos epidemiológicos podemos destacar um clássico, o trabalho realizado pelo médico britânico John Snow, que analisou uma epidemia de cólera ocorrida em Londres, em 1854, e procurou demonstrar a relação das mortes devido a cólera com os pontos de abastecimento de água. Ao mapear as casas abastecidas com água nos pontos antes e depois do local de despejo do esgoto no rio e, de posse da lista de endereços da residência das vítimas fatais, ele pode relacionar as mortes por cólera com o consumo da água contaminada pelo esgoto. Assim, Snow criou um poderoso método de análise por meio da distribuição espacial dos dados em estudo (HINO et. al, 2006).

Com o advento das geotecnologia, os Sistemas de Informações Geográficas são ferramentas que permitem realizar análises espaciais complexas por meio de softwares como ArcGis (software proprietário) e QGis (software livre), ao integrar dados de diversas fontes (PIROLI, 2010).

O uso do QGis é importante pois sintetiza, muitas vezes, uma grande quantidade de dados e suas variáveis, possibilitando exportar os dados em mapas temáticos. A análise espacial é uma excelente ferramenta para fins epidemiológicos, pois sintetiza os dados e facilita a leitura, além de ser possível fazer um trabalho de baixo custo (LONGLEY, 2012 et. al, apud SANTANA et. al, 2019). Vale ressaltar que a leitura dos mapas temáticos se dá pela interpretação do(s) indivíduo(s), não existe uma interpretação automática por meio dos mapas (HINO et. al, 2006).

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada nos 223 municípios do estado da Paraíba. A Paraíba fica localizada na região Nordeste do Brasil, com uma população estimada em 2021 de 4.059.905 pessoas, densidade demográfica de 66,7 hab/mk², índice de desenvolvimento humano de 0,658 em 2010 e uma área territorial (2020) de 56.467,242 km² (IBGE, 2021).

Realizou-se um estudo epidemiológico, descritivo e quantitativo dos casos acumulados de SRAG com evolução de cura e óbitos confirmados no Estado da Paraíba. O sistema de informação de SRAG e demais informações agregadas foram compiladas pela

Secretaria de Saúde do estado da Paraíba (SES-PB) em uma planilha e disponibilizada mediante solicitação, ou seja, de forma aberta. Com a planilha da SES-PB foram selecionados os dados de casos de cura e óbito diários/mensais/anuais acumulados de cada município a fim de gerar uma série histórica iniciando em janeiro de 2017 até junho de 2022. Foram estudados os casos com classificação final de: SRAG por influenza; SRAG por outro vírus respiratório; SRAG por outro agente etiológico; e SRAG não especificado. Vale ressaltar que não foram coletados os dados da SRAG que tinham como agente etiológico a COVID-19. Tal estudo permite elucidar o padrão de comportamento da SRAG, antes e durante a pandemia da COVID-19, e quando se intensificou a vacinação no Estado.

Foi fornecida duas planilhas, a primeira com dados dos anos de 2017, 2018 e 2019, a segunda com os dados dos anos de 2020, 2021 e 2022, sendo o último ano com dados dos meses iniciais.

Com o auxílio do QGIS (*software* livre), foram elaborados mapas temáticos a partir dos dados sistematizados nas planilhas .csv, vinculadas aos arquivos vetoriais do tipo *shapefile* dos municípios.

Para os casos acumulados a representação gráfica dos mapas ocorreu por meio dos polígonos municipais atribuindo-se uma gradação de cores de acordo com a intensidade do número de casos de SRAG. Para os casos de óbitos a representação ocorreu por pontos com tamanhos graduados, na qual o tamanho do ponto representa o quantitativo dos casos. Para facilitar a análise da distribuição espacial foi projetada em todos os mapas as linhas representativas das rodovias federais, sendo as rodovias federais a principal rota que liga todas as regiões intermunicipais e interestaduais.

Devido à escala de abrangência do estudo, usar apenas dados absolutos poderia gerar distorção na interpretação dos resultados, diante disso optou-se por calcular a taxa de incidência por 100 mil habitantes para todos os municípios (SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA DE SÃO PAULO, 2005).

Para os limites municipais (IBGE, 2018) e a população estimada (IBGE, 2019) por município no estado da Paraíba, os arquivos vetoriais foram adquiridos no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, enquanto os arquivos vetoriais das rodovias do estado da Paraíba foram adquiridos no site do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

Para a espacialização dos casos optou-se por utilizar o método de quebras naturais com cinco categorias de classes, a escolha dessa metodologia se deu devido a elevada quantidade de dados a serem sistematizados, além da representação dos dados tanto em gradação de cores como em tamanho, de modo que, essa metodologia possibilitou minimizar as diferenças de intervalo dentro das classes além de evidenciar a diferença entre as cinco classes no mapa (CARVALHO, 2018).

Diante o elevado quantitativo de casos e óbito por SRAG optou-se por gerar histogramas relacionando as notificações em intervalos de idade, na qual o intervalo deu-se de 0 até 110 anos de idade, com classes a cada 10 anos. Para tal, foram utilizados os números absolutos das notificações de SRAG.

No âmbito administrativo, o Estado da Paraíba instituiu dezesseis regiões de saúde (RS), cada RS abrange um aglomerado de municípios distribuídos em macrorregiões de saúde, na qual tem por intuito fortalecer a regionalização do Sistema Único de Saúde (SUS) e proporcionar condições para uma efetiva gestão da saúde (SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE, 2016). Com o intuito de verificar o comportamento da SRAG nas Regiões de Saúde do Estado da Paraíba, também foi gerado histogramas relacionando os casos e óbitos por 100 mil habitantes para cada RS.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

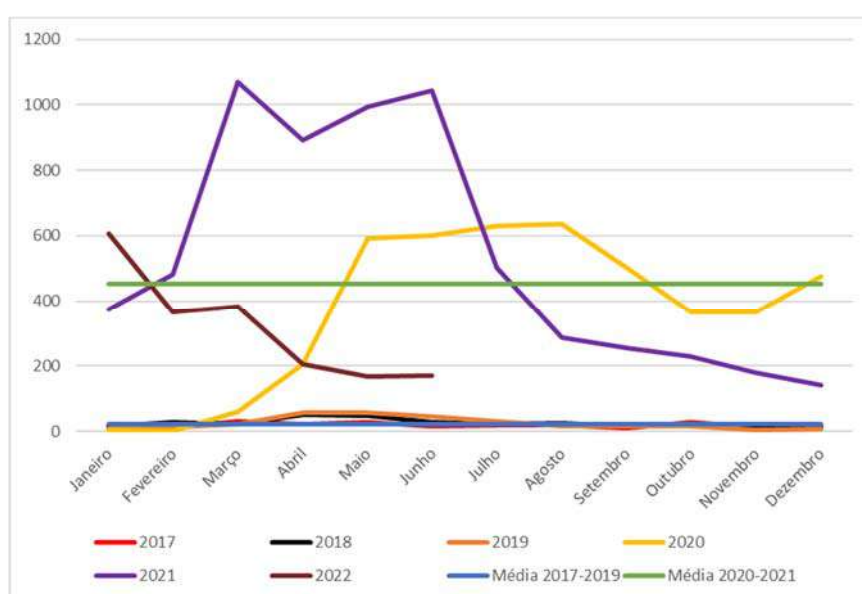
Segundo a SES-PB (2020), a primeira notificação de caso de Covid-19 no Estado foi registrada em março de 2020. Devido a rápida disseminação do vírus, a Organização Mundial da Saúde (OMS), ainda no mesmo mês de março decretou estado de pandemia mundial, tal situação provocou uma série de problemáticas, em especial para o sistema de saúde. Isso se deu, especialmente, devido à falta de informação e aparato tecnológico adequado para lidar com o vírus, logo, esse novo cenário provocou uma série de problemáticas no que se refere à notificação dos casos (BASTOS et. al, 2020).

Segundo o estudo de Sales (2019) em Belo Horizonte (MG) as ocorrências de doenças respiratórias podem ser relacionadas às sazonalidades das estações, na qual, variáveis como: temperatura, precipitação, ventos e demais, interferem na disseminação das doenças gripais. Destaque para as estações com baixas temperaturas e

elevadas precipitações como o período de maior avanço das ocorrências gripais, são elas na ordem decrescente: outono, inverno, primavera e verão.

Ao analisar a Figura 01, percebe-se um padrão de comportamento habitual dos casos absolutos acumulados de SRAG nos anos de 2017, 2018 e 2019. Destaca-se o período conhecido como outono (março, abril, maio e junho), no qual é comum que nesses meses as temperaturas diminuam e as precipitações aumentem, favorecendo a disseminação das doenças gripais.

Figura 01 - Casos de SRAG absolutos mensais acumulados entre os anos de 2017 a 2022 no estado da Paraíba



Fonte: Dados sistematizados das planilhas da SES-PB, 2022.

No entanto, ao observarmos as ocorrências de SRAG nos anos seguintes percebe-se uma anormalidade, foram registrados 4438 casos acumulados de SRAG no ano de 2020, ou seja, mais de 15 vezes em relação ao registrado antes da chegada da Covid-19. Já em 2021, foram 6448 casos noticiados, aproximadamente 23 vezes mais que antes da pandemia e até junho de 2022 foram registrados 1899, ou seja, cerca de 7 vezes a mais notificações se comparado ao padrão habitual da SRAG nos anos de 2017 a 2019. Tal dado, evidencia que um novo fator externo acaba se inserindo no meio, de modo a provocar a elevação de pacientes com SRAG, para mais, essa anormalidade ocorreu justamente com a chegada da SARS-COV-2 no Brasil e na Paraíba. Vale destacar que esses casos de SRAG

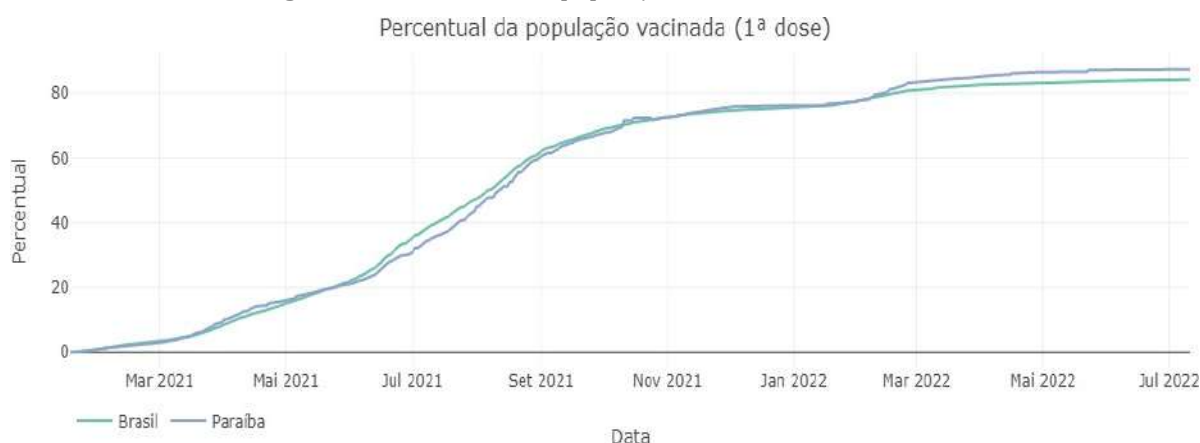
registrados entre 2020 e 2022 não foram oficialmente cadastrados como Covid-19.

Ao observarmos o padrão das notificações de casos acumulados por SRAG durante a pandemia percebe-se um comportamento diferente com relação aos 3 anos anteriores à pandemia, com elevação dos casos em períodos de baixas temperaturas e altas precipitações. É importante ressaltar que segundo o estudo feito (OLINDA et. al, 2015) nos municípios de Campina Grande e Monteiro, na Paraíba, variáveis climáticas têm ligação direta com o aumento de notificações de doenças respiratórias em crianças menores de dois anos, onde a elevação de casos coincide justamente nos períodos chuvosos e de baixas temperaturas, especificamente nos meses de junho e julho (inverno) com maiores ocorrências de Infecções Respiratórias Agudas.

Em 2020 as notificações atingiram o ápice em meados de agosto, no entanto, com a chegada da primavera, no mês de setembro, os casos diminuíram e voltaram a aumentar com a chegada do verão, em dezembro. Ainda sobre as altas de casos no mês de agosto de 2020, além do fator climático é importante ressaltar as datas comemorativas, haja vista que o Dia das Mães ocorre no mês de maio (10/05/20) e as festividades juninas no mês de junho, sendo esse fator festivo diretamente ligado a quebra de quarentena por parte de uma parcela da população, na qual proporciona uma maior disseminação da Covid-19.

Em 2021 algo diferente ocorreu com relação ao ano anterior, o verão de 2020 inicia-se aproximadamente com 500 casos absolutos mensais e, com a chegada do outono e inverno as notificações seguem uma crescente, já o verão de 2021 registrou pouco mais de 150 casos absolutos, tal diferença dar-se devido a aceleração da vacinação contra a Covid-19, na qual teve início em janeiro de 2021 e intensificou-se no segundo semestre, quando se percebe uma brusca queda dos casos. Tendo como base os boletins de vacinação nacional, em junho, o percentual da população paraibana vacinada contra a Covid-19 com a primeira dose no início do mês era aproximadamente 21%, já no mês de setembro esse valor sobe para aproximadamente 60% da população. Portanto, ao comparar o número de casos confirmados com o avanço da vacinação, percebe-se que à medida que o número de vacinados aumenta, os casos por SRAG diminuem consideravelmente, havendo uma relação inversa (Figura 02).

Figura 02 - Percentual da população vacinada com a 1ª dose

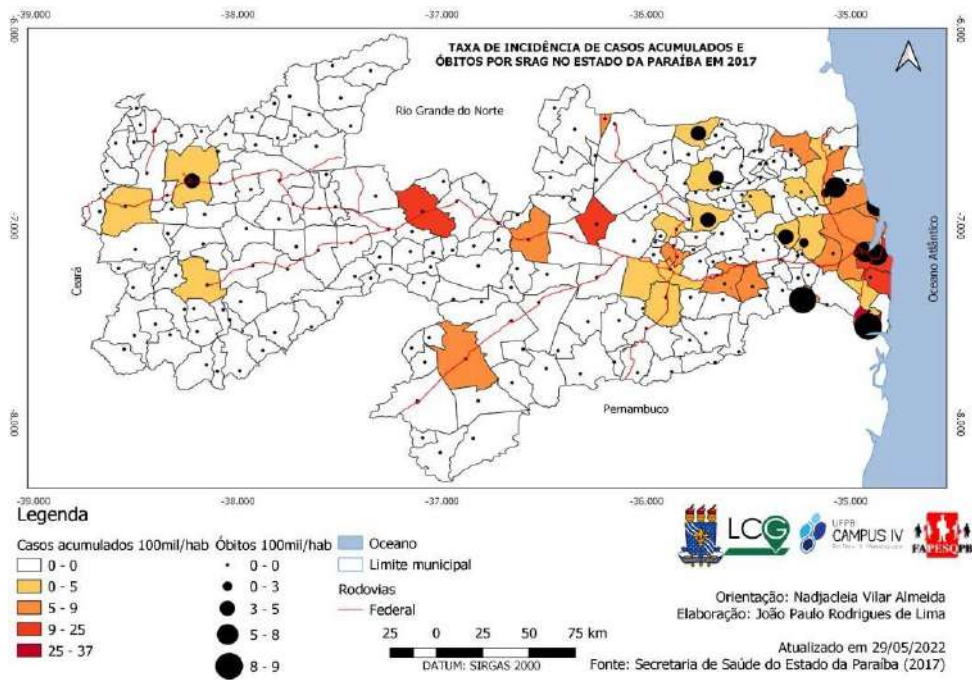


Fonte: Fiocruz, 2022.

Ao analisarmos a distribuição espacial da taxa de incidência de casos acumulados das SRAG por 100 mil habitantes nos anos pré-pandemia observa-se que, mesmo que de forma pontual, a distribuição espacial dos casos ocorre em todas as regiões do estado (Figuras 03 a 05). Além disso, alguns municípios apresentam casos de forma isolada, havendo 34 municípios em 2017 com casos acumulados, 47 municípios em 2018 e 70 municípios em 2019. No que diz respeito a rodovia federal, nota-se que aparentemente os casos seguem o fluxo de distribuição ao longo da rodovia, tal afirmação se mostra evidente na figura 05, em especial na mesorregião da Mata, Borborema e Agreste Paraibano.

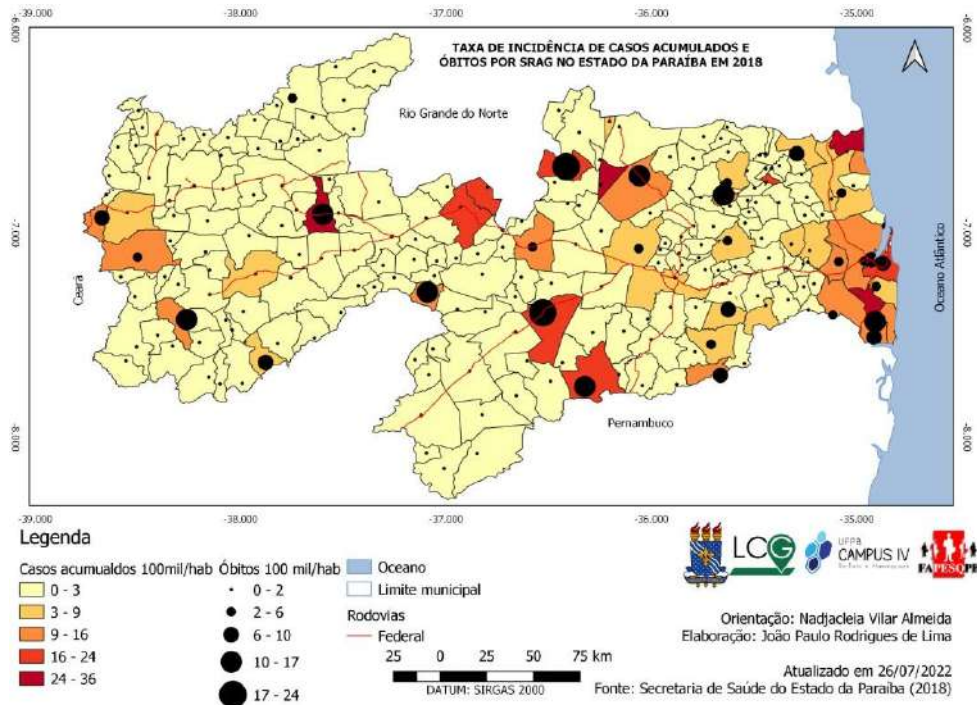
A taxa de incidência de óbito por 100 mil habitantes, antes da pandemia da Covid-19, apresenta um padrão de distribuição semelhante aos casos acumulados. Outro ponto importante é que os municípios com mais casos de notificações tendem a ter mais óbitos. Em 2017, 14 cidades registraram óbitos por SRAG, dentre essas apenas uma cidade da mesorregião do Sertão teve casos de óbito e todas as demais concentram-se na Mata e no Agreste Paraibano. Em 2018, 32 cidades registraram óbitos por SRAG, duas vezes mais casos do que no ano anterior, evidenciando que a distribuição se dá de forma dispersa. Já em 2019, 37 cidades registraram óbito por SRAG, assim como no ano anterior, a distribuição dos casos de óbitos ocorreu espaçadamente. A média absoluta de notificações óbitos por SRAG no período pré pandemia, 2017 a 2019, foi de aproximadamente 98 casos, porém, esse quantitativo aumentou em aproximadamente 1080 óbitos durante a pandemia da Covid-19, entre janeiro de 2020 a junho de 2022.

Figura 03 - Taxa de incidência de casos e óbitos acumulados por SRAG no estado da Paraíba em 2017



Fonte: Autores, 2022.

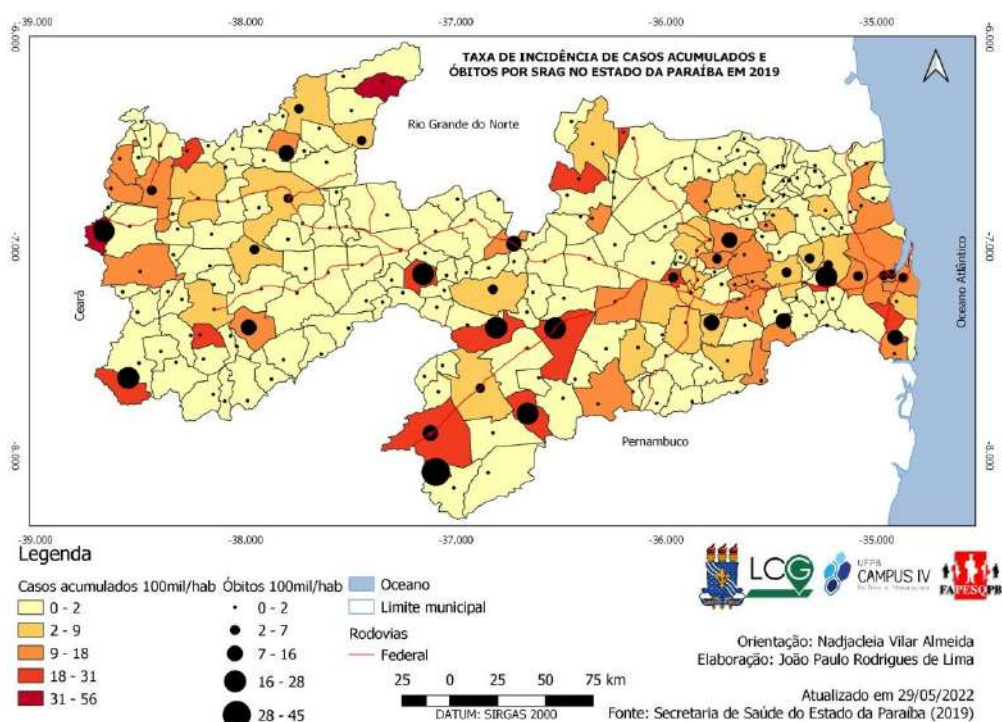
Figura 04 - Taxa de incidência de casos e óbitos acumulados por SRAG no estado da Paraíba em 2018



Fonte: Autores, 2022.

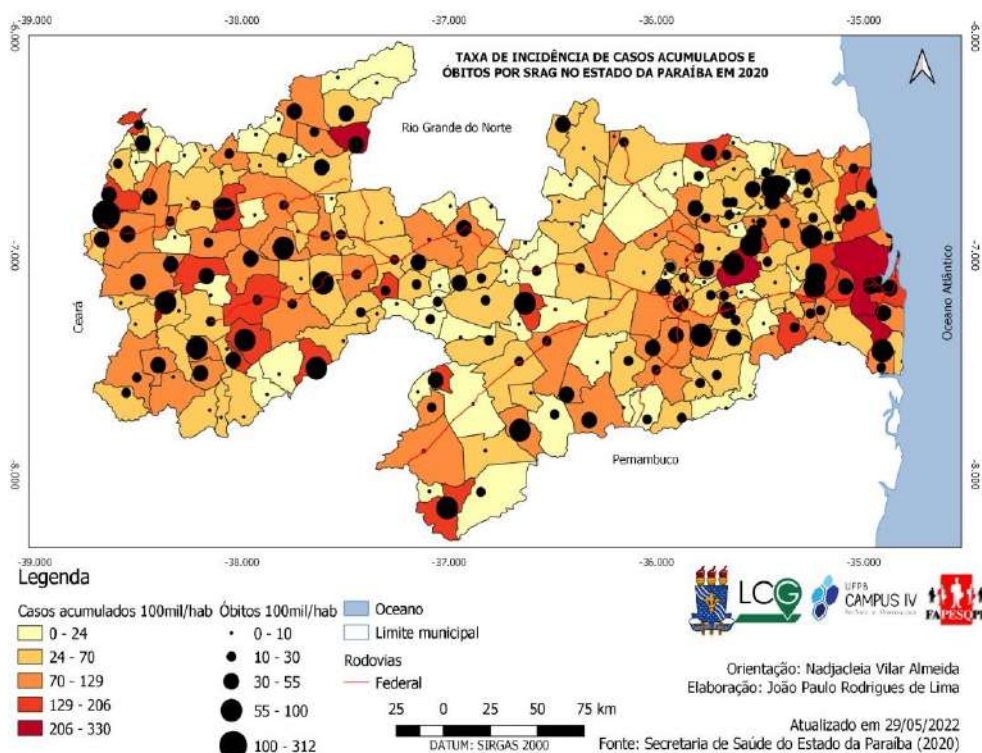
Em 2020 foram 193 municípios com casos registrados de SRAG, em 2021 foram 217 municípios, apenas 6 municípios não tiveram casos de SRAG e, até junho de 2022 foram 151 municípios com notificações por SRAG. Percebe-se que durante a pandemia, a quantidade de casos por SRAG registrados no estado mais que dobrou se comparado aos anos anteriores (Figura 06). Fica evidente que a chegada da Covid-19 no estado provocou uma alteração no comportamento das SRAG, atingindo os municípios paraibanos de forma quase generalizada (Figuras 06 a 08).

Figura 05 - Taxa de incidência de casos e óbitos acumulados por SRAG no estado da Paraíba em 2019.



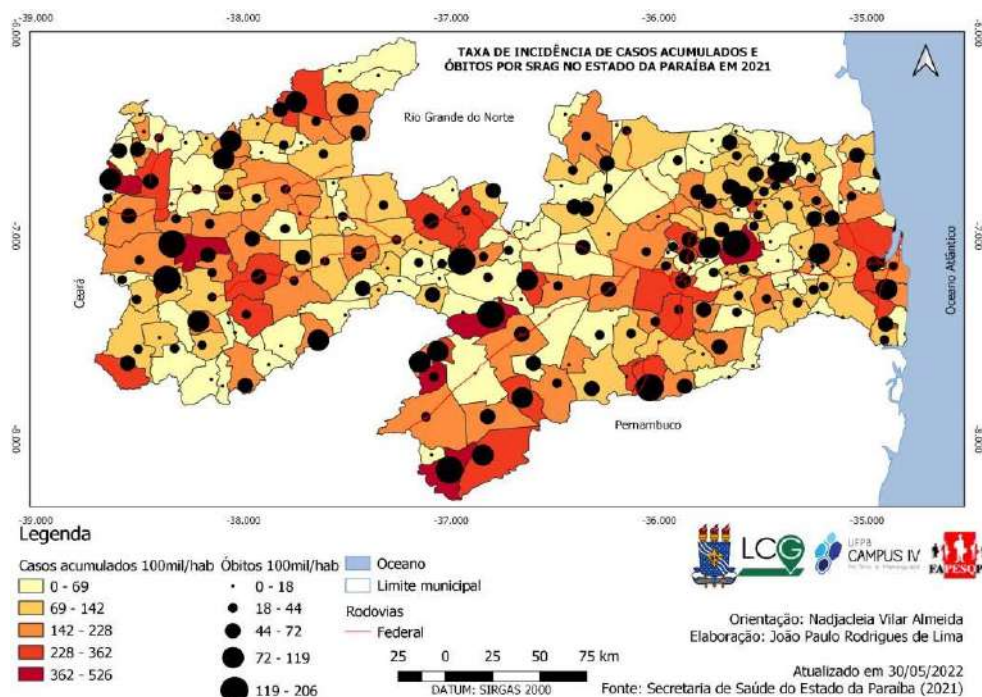
Fonte: Autores, 2022.

Figura 06 - Taxa de incidência de casos e óbitos acumulados por SRAG no estado da Paraíba em 2020



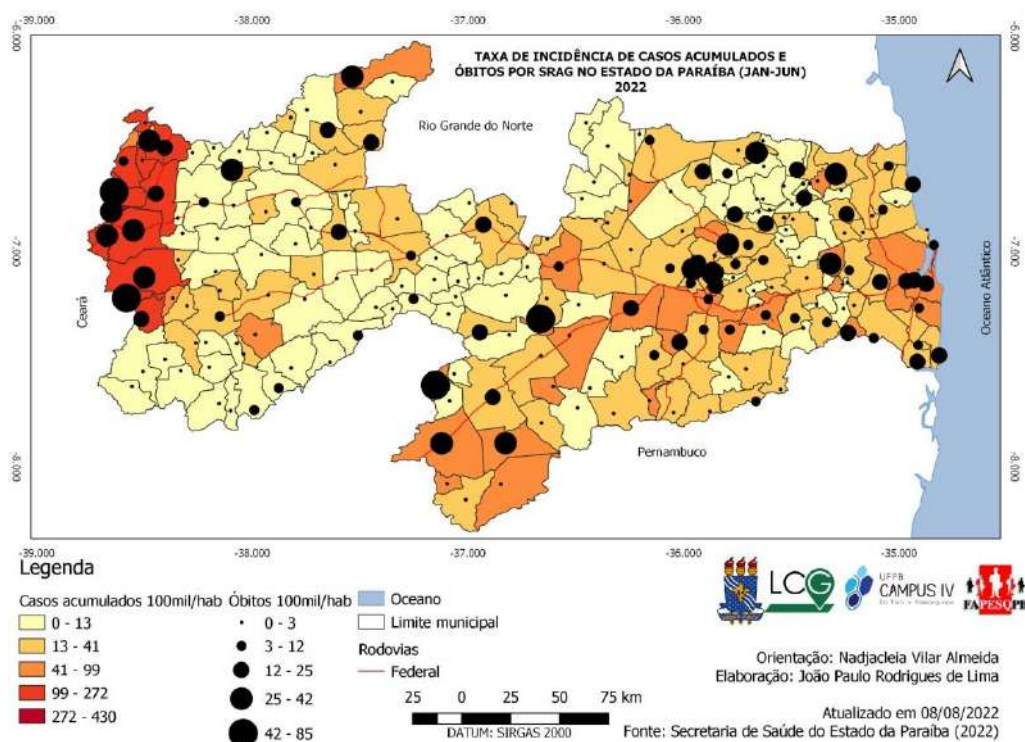
Fonte: Autores, 2022.

Figura 07 - Taxa de incidência de casos e óbitos acumulados por SRAG no estado da Paraíba em 2021



Fonte: Autores, 2022.

Figura 08 - Taxa de incidência de casos e óbitos acumulados por SRAG no estado da Paraíba em (Jan-Jun de 2022).



Fonte: Autores, 2022.

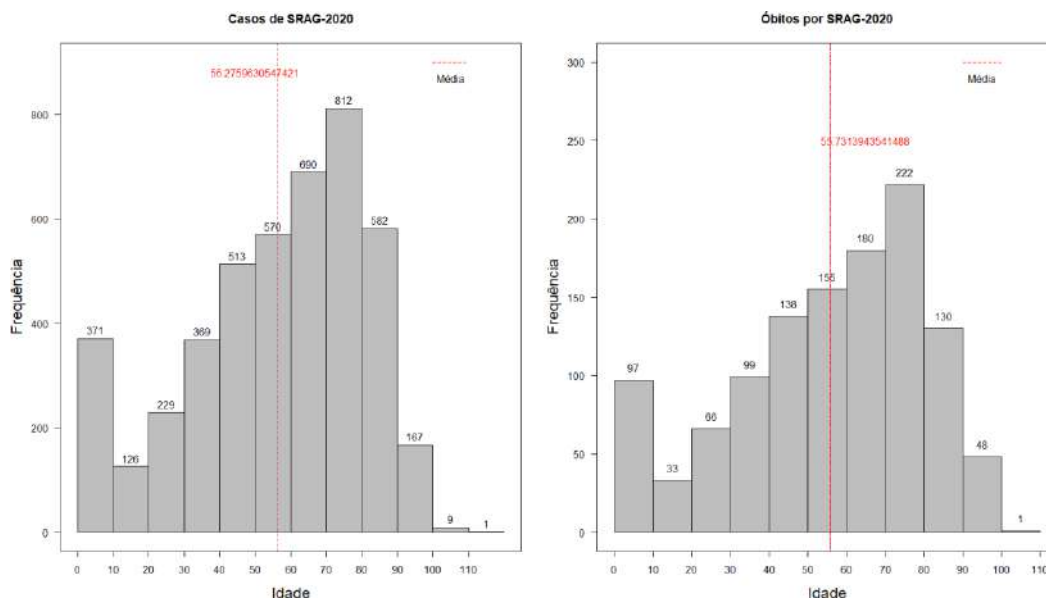
A distribuição espacial da taxa de incidência de óbitos por SRAG por 100 mil habitantes durante a pandemia da Covid-19 no estado se deu de maneira generalizada. Em 2020, 152 cidades registraram óbitos por SRAG e a maior taxa de incidência, 312 casos por 100 mil habitantes, foi no município de Bom Jesus localizado no Sertão do Estado e inserido na 9ª Região de Saúde. Em 2021, 177 cidades registraram óbitos, aproximadamente cinco vezes mais casos do que nos anos antes da pandemia, o município com a maior taxa de incidência foi Itaporanga localizado no Sertão do Estado e inserido na 7ª Região de Saúde. Além disso, muitas cidades longe das regiões metropolitanas apresentaram taxas elevadas de óbitos.

Ao analisarmos a figura 09, percebemos que a faixa etária com maior frequência de notificação de casos acumulados e óbitos encontra-se entre os 70 a 80 anos de idade. Além disso, crianças com até 10 anos de idade foram afetadas pela SRAG com a mesma frequência de adultos na faixa de 30 a 40 anos e mais afetadas que os jovens de 20 a 30 anos. Destaque para a faixa de 10 a 20 anos com a menor frequência de notificações e pessoas acima de 90 anos de idade. Por fim, a média de idade para os casos e óbitos

respectivamente por SRAG em 2020 foi de 56 e 55 anos, aproximadamente.

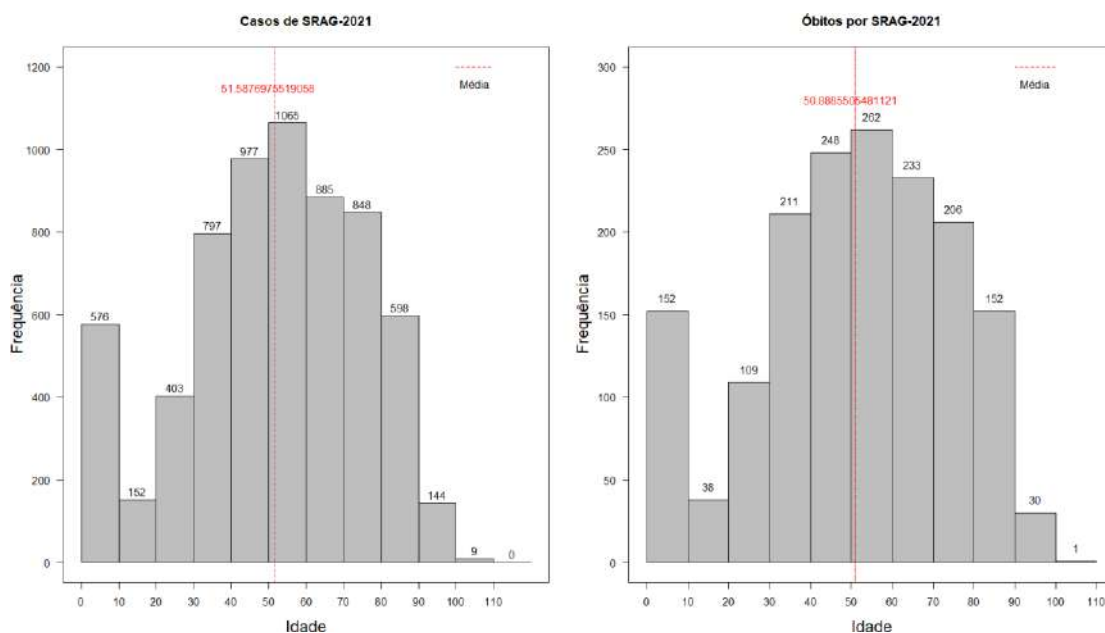
Em 2021, conforme mostra a figura 10, percebe-se que houve um deslocamento da faixa etária mais afetada pela SRAG, sendo 50 a 60 anos o extrato com mais casos e óbitos. Enquanto isso, o grupo de pessoas entre 20 e 30 anos apresentou uma frequência abaixo se comparado às crianças de até 10 anos de idade e, mais uma vez, os extratos com menos notificações foram os grupos de 10 a 20 anos e pessoas acima de 90 anos de idade. A média de idade para casos acumulados e óbitos por SRAG em 2021, respectivamente, foi aproximadamente 51 e 50 anos de idade.

Figura 09 - Casos e óbitos de SRAG no estado da Paraíba por idade no ano de 2020



Fonte: Autores, 2022.

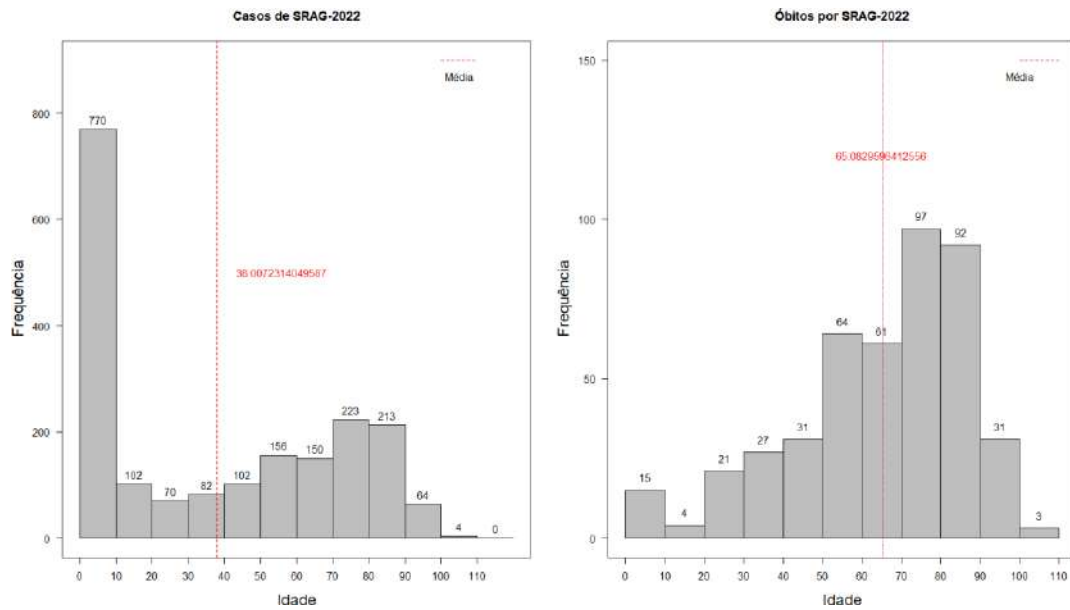
Figura 10 - Casos e óbitos de SRAG no estado da Paraíba por idade no ano de 2021



Fonte: Autores, 2022.

Ao analisarmos a figura 11 do ano de 2022 (janeiro a junho), percebe-se uma diferença significativa nos resultados, nota-se que o extrato de 0 até 10 anos foi o mais afetado, apesar do número de óbitos ter sido baixo, já os intervalos de 70 a 80 anos e 80 a 90 anos de idade foram os que apresentaram a maior frequência de óbitos. A média de idade para casos e óbitos por SRAG em 2022, respectivamente, foi aproximadamente 38 e 65 anos de idade, ou seja, nitidamente ocorreu o deslocamento de idade afetada se comparada aos anos anteriores. Fato provavelmente ligado a vacinação que iniciou pelas faixas etárias mais altas, protegendo assim a população mais idosa.

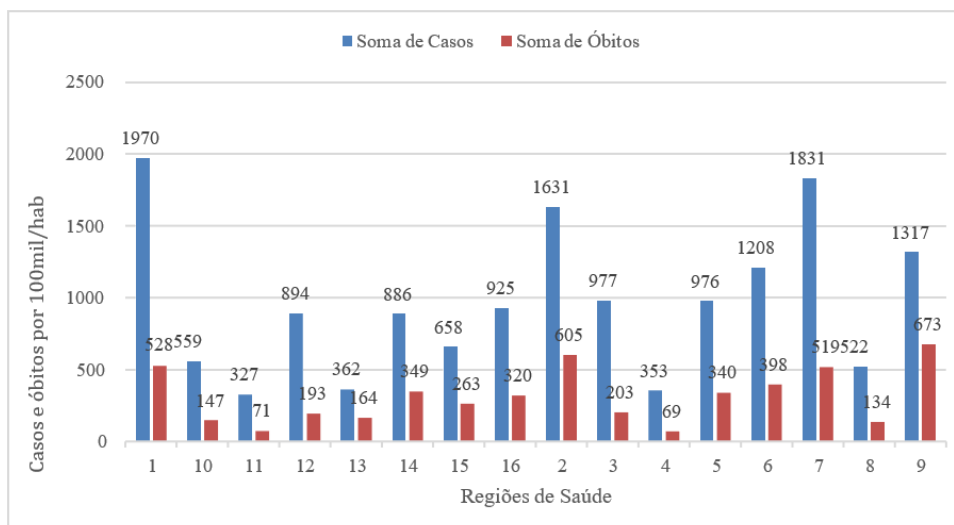
Figura 11 - Casos e óbitos de SRAG no estado da Paraíba por idade no ano de (JAN-JUN) 2022



Fonte: Autores, 2022.

Ao analisar a distribuição dos casos acumulados e óbitos nas Regiões de Saúde (RS) do Estado (Figura 12), observa-se que ocorre uma diferença significativa de casos acumulados e óbitos por SRAG entre as regiões de saúde no ano de 2020. Devemos considerar, entretanto, que as notificações de casos acumulados e óbitos nem sempre estão relacionadas a RS ser a mais populosa. Destaque para a 1ª e 7ª Região de Saúde, que apresentam mais casos acumulados, apesar da enorme diferença da população entre as RSs.

Figura 12 - Notificações dos casos acumulados por 100 mil habitantes de Síndrome nas Regiões de Saúde SRAG no Estado da Paraíba em 2020

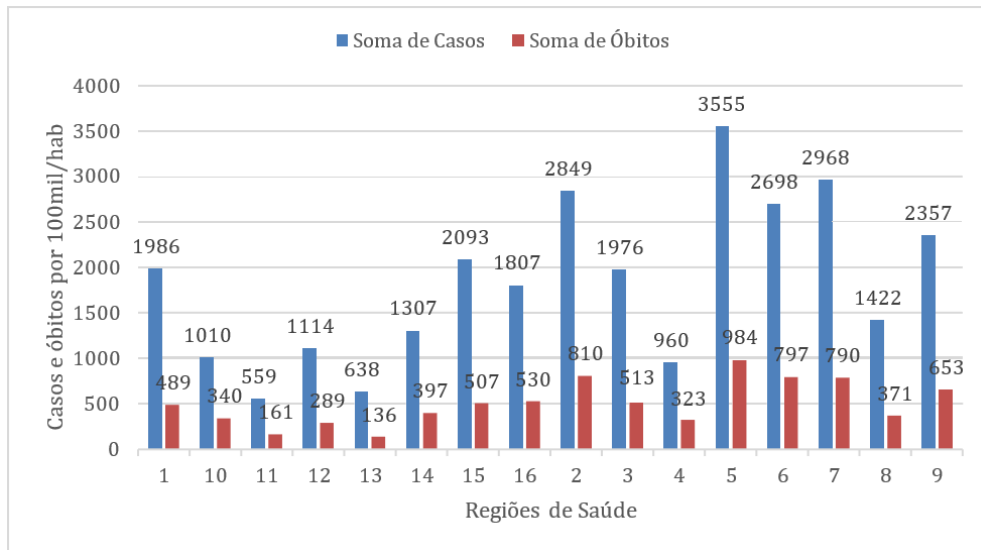


Fonte: Autores, 2022.

Em 2021, o número de casos acumulados e óbitos entre as Regiões de Saúde ainda apresentam um comportamento heterogêneo, com destaque para 5ª e 7ª RS com mais casos acumulados por SRAG, mesmo não sendo as mais populosas do Estado (Figura 13).

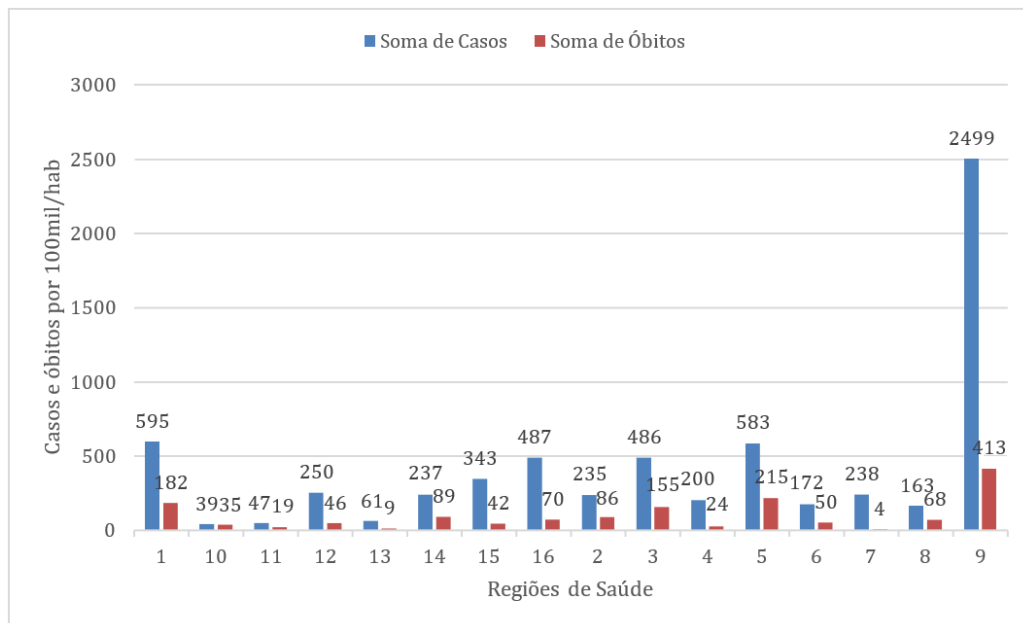
O ano de 2022 (Figura 14), apresenta um comportamento diferente dos anos anteriores. Mesmo os dados tendo sido sistematizados até junho, destaca-se a 9ª RS de maneira extremamente significativa e isolada. Em 2022 a quantidade de casos eleva-se abruptamente, atingindo 2.499 casos acumulados por 100 mil habitantes, além de ser a região com maior número de óbitos até então.

Figura 13 - Notificações dos casos acumulados por 100 mil habitantes de Síndrome nas Regiões de Saúde SRAG no Estado da Paraíba em 2021



Fonte: Autores, 2022.

Figura 14 - Notificações dos casos acumulados por 100 mil habitantes de Síndrome nas Regiões de Saúde SRAG no Estado da Paraíba em 2022.



Fonte: Autores, 2022.

Por fim, ao analisar a planilha da Secretaria de Saúde do Estado da Paraíba, observou-se uma enorme quantidade de casos com evolução ignorada, na qual, segundo o dicionário da SES-PB, casos com evolução ignorada são denominadas com o código 9. Também foi observado muitos casos da evolução que se quer foram preenchidas com o código de ignoradas, simplesmente estão com as células da planilha vazias, sem que haja uma classificação do tipo de evolução. Esses dados não foram utilizados nessa pesquisa, mas atenta-se ao fato de que, qualitativamente, a grande maioria de casos com evolução não registrados também não apresentava o agente etiológico especificado, prática que fica evidente no período da Covid-19. Tal prática pode ser resultado de diversos fatores, na qual podemos destacar o tecnológico com considerado grau de erro na precisão, a falta de testes diante de uma alta demanda, principalmente na pandemia e, por fim, o erro humano. Porém, acredita-se que essa última possibilidade ocorra em menor proporção, haja vista a qualificação dos profissionais, o próprio sistema de notificação que apresenta solidez no registro das notificações. Para mais, foram aproximadamente 130 notificações sem o devido registro de evolução antes da pandemia (2017-2019), enquanto, durante a Covid-19, foram mais de nove mil notificações sem a classificação da evolução da SRAG. Ou seja, percebemos um quantitativo muito elevado para considerar o erro humano como fator predominante e principalmente quando se compara com os dados anteriores a pandemia. Logo, acredita-se que a alta demanda por testagem e baixa oferta dos kits, seja a hipótese de maior possibilidade.

CONCLUSÕES

Por fim, conclui-se que:

- Antes da Pandemia da Covid-19 as SRAG apresentavam um padrão de comportamento no Estado da Paraíba e a chegada da Sars-Cov-2 foi um fator que elevou as notificações de SRAG. Resalta-se que nesse trabalho não foram sistematizadas as notificações que tinham a Covid-19 como agente etiológico.
- As rodovias federais foram as principais vias de disseminação dos agentes etiológicos da SRAG.
- Antes da pandemia a distribuição espacial dos casos acumulados e óbitos se

dava de maneira dispersa, porém, nos anos pandêmicos, ocorre o inverso, o comportamento da SRAG na distribuição espacial se dá em todas as Regiões de Saúde.

- Houve subnotificação da Covid-19 disfarçada de SRAG e, tal problemática dar-se devido a um novo agente etiológico causador da SRAG, na qual o sistema público de saúde não estava preparado com todos os conhecimentos e ferramentas necessárias para lidar com a nova problemática.
- A vacinação da Covid-19 tem ligação direta com a diminuição dos casos de SRAG durante os anos de 2021 e 2022.
- A faixa etária de 0 a 10 anos de idade foi mais afetado pelas SRAG que o grupo de pessoas com idade entre 10 e 20 anos de idade, principalmente em 2022.
- Os óbitos por SRAG acometeram as pessoas com idade na faixa etária de 70 a 80 anos.
- 2021 foi o ano que mais registrou notificações de SRAG no estado da Paraíba.
- A quantidade de notificações de SRAG em dezembro de 2021 é semelhante à de junho de 2022.
- A 9ª RS, em 2022, apresentou os maiores índices de casos acumulados e óbitos no estado, fugindo do padrão de comportamento das demais regiões de saúde.

Perspectivas

Diante de tantas evidências que corroboram a tese de subnotificação de Covid-19 disfarçada de SRAG, pontuadas por esse trabalho, entender-se que um surgimento de um novo vírus tende a causar um determinado colapso no sistema de serviço de saúde, no sistema econômico e outros, haja vista o ineditismo da problemática. Portanto, de início, as notificações provavelmente tendem a não refletir a real situação de avanço, ou seja, o problema tende a ser maior que o mensurado. Logo, é importante destacar que nessas condições de ineditismo, a subnotificação está diretamente atrelado às inadequações tecnológicas e metodológicas. No entanto, cabe destacar que uma subnotificação não ocorre pela má fé ou incapacidade da gestão de saúde, seja ela pública ou privada, pois a

mesma, não só tende a colapsar, como também é refém do aparato burocrático, econômico, tecnológicas e dos métodos vigentes, testados e liberados.

Modelar uma problemática requer informações mínimas e, para isso, exige uma equipe técnica qualificada com as devidas ferramentas e, diante desse cenário, entende-se que as ferramentas SIG são importantíssimas para estudos epidemiológicos, pois, observa-se que foi possível modelar o padrão de distribuição espacial antes e durante a pandemia da Covid-19 no Estado da Paraíba com técnicas de geoprocessamento em software livre e gratuito. Por fim, é importante destacar que isso possibilita uma leitura da problemática próxima da realidade, na qual, elucida com informações e possibilita uma tomada de decisão mais assertiva.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Kamila, AQUINO, Érika, SILVA, Lara e TERNES, Yvis. Fatores associados à Síndrome Respiratória Aguda Grave em uma Região Central do Brasil. In. **Ciência & Saúde Coletiva**, ed. 25(Supl.2), Rio de Janeiro: 2020, p. 4121-4130. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csc/a/vyW3LvH4KB38LQq4qvGVpPs/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 8 de fevereiro de 2022.

AZEVEDO, Julianna, SANTOS, Carlos, ALVES, Telma, AZEVEDO, Pedro e OLINDA, Ricardo. Influência do clima na incidência de infecção Respiratória Aguda em crianças nos municípios de Campina Grande e Monteiro, Paraíba, Brasil. In. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro: 2015, p. 471-473. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbmet/a/P9NsC8yg6ZTXngzHkk97XzR/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 19 de agosto de 2022.

BASTOS, Leonardo, NIQUINI, Roberta, LANA, Raquel, VILLELA, Daniel, CRUZ, Oswaldo, COELHO, Flávio, CODEÇO, Cláudia e GOMES, Marcelo. COVID-19 e hospitalizações por SRAG no Brasil: uma comparação até a 12ª semana epidemiológica de 2020. In. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro: 2020, p. 1-8. Disponível em: <<http://cadernos.ensp.fiocruz.br/static/arquivo/1678-4464-csp-36-04-e00070120.pdf>>. Acesso em: 4 de fevereiro de 2022.

BECKER, Carmem, MELO, Maria, COSTA, Milla e RIBEIRO, Roberta. Caracterização climática das regiões pluviometricamente homogêneas do Estado da Paraíba.

Revista Brasileira de Geografia Física, v. 4, n. 2, Pernambuco: 2011. Disponível em: <<https://www.google.com/url?q=https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/download/232720/267226&sa=D&source=docs&ust=1660435262586166&usg=AOvVaw0NZ1b49gZ8uaOWrluipSWb>>. Acesso em: 19 de agosto de 2022.

BERLINGUER, Giovanni. Globalização? Qual? In. **ESTUDOS AVANÇADOS**, v. 13, n. 35, 1999, p. 21-38. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/9454>>. Acesso em: 10 de março de 2023.

CARVALHO, Gustavo. Casos de Síndrome Respiratória Aguda Grave tem recorde histórico. In. **Agência Fiocruz de Notícias**, Rio de Janeiro: Disponível em: <<https://agencia.fiocruz.br/casos-de-sindrome-respiratoria-aguda-tem-recorde-historico>>. Acesso em: 5 de fevereiro de 2022.

CARVALHO, Paulo. Classificação de dados geográficos e representação cartográfica: discussões metodológicas. In. **Geografias**, v. 14, n. 1, Belo Horizonte: 2018, p. 92 - 105. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/19217/30250>>. Acesso em: 17 de julho de 2022.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. Geotecnologias na Geografia aplicada: difusão e acesso. In. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 17, 2005, p. 24-29. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47272/51008>>. Acesso em: 10 de março de 2023.

FRANCISCO, Paulo, MEDEIROS, Raimundo e MATOS, Rigoberto. Classificação climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba. In. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Pernambuco: 2015, p. 1012-1014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Paulo-Roberto-Francisco/publication/290471503_Koppen%27s_and_Thornthwaite_Climate_Classification_for_Paraiba_State/links/575c286208aec91374abb69a/Koeppens-and-Thornthwaite-Climate-Classification-for-Paraiba-State.pdf>. Acesso em: 19 de agosto de 2022.

HINO, Paulo, VILLA, Tereza, SASSAKI, Cinthia, NOGUEIRA, Jordana e SANTOS, Cláudia. Geoprocessamento aplicada à área da saúde. In. **Rev. Latino-Americana de Enfermagem**, v. 14, n. 6, São Paulo: 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rlae/a/XwwGhR3rDb7BG4GjFMq3JFh/?lang=pt_format=pdf>. Acesso em: 9 de fevereiro de 2022.

LIMA, Claudio Márcio Amaral de Oliveira. Informações sobre o novo coronavírus (COVID-19). In. **Radiologia Brasileira**, São Paulo: Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem, ano 2020, n. 53, 1 mar. 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rb/a/MsJz6qXfjpkXg6qVj4Hfj/?lang=pt>>. Acesso em: 10 de março de 2023.

MonitoraCovid-19. **Fiocruz**, Rio de Janeiro: 2022. Disponível em: <<https://bigdata-covid19.icict.fiocruz.br/>>. Acesso em: 13 de julho de 2022.

NARDI, Susilene, PASCHOAL, José, PEDRO, Heloisa, PASCHOAL, Vânia e SICHIERI, Eduvaldo. Geoprocessamento em Saúde Pública: fundamentos e aplicações. In. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, 2013, p. 2, Disponível em: <<https://docs.bvsalud.org/biblioref/ses-sp/2013/ses-30117/ses-30117-5455.pdf>>. Acesso em 10 de julho de 2022.

OLIVEIRA, Cardoso e MORAES, Sérgio. Amazônia: aspectos socioambientais e econômicos do sistema de abastecimento de água na cidade de Macapá-AP. In. **Espacios**, v. 38, n. 22, 2017, p. 2. Disponível em: <<https://www.revistaespacios.com/a17v38n22/a17v38n21p27.pdf>>. Acesso em: 10 de julho de 2022.

Paraíba. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/panorama>>. Acesso em: 8 de fevereiro de 2022.

Paraíba confirma primeiro caso de coronavírus. **Paraíba Governo do Estado**, 2022. Disponível em: <<https://paraiba.pb.gov.br/noticias/paraiba-confirma-primeiro-caso-de-coronavirus>>. Acesso em 20 de junho de 2022.

PEDROSA, Nathália e ALBUQUERQUE, Nila. Análise espacial dos casos de COVID-19 e leitos de terapia intensiva no estado do Ceará. In. **Ciência & Saúde Coletiva**, 25(Supl.1), Rio de Janeiro: 2020, p. 2461-2468. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csc/a/lcwnTtnRsmt4wg6f7cx8BXk/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2022.

PIROLI, Edson Luís. **Introdução ao Geoprocessamento**. Ourinhos: Unesp/Campus Experimental de Ourinhos, 2010. p 5.

RIBEIRO, Sandra, BRASILEIRO, Graziela, SOLEIMAN, Luciana, SILVA, Cristiano e KAVAGUTI, Cláudio. Síndrome Respiratória Aguda Grave causada por influenza A (subtipo H1N1)*. In. **Jornal brasileiro de pneumologia**, 2010, p. 1. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/TJmXy4wtzppVfqTsh3TdJyH/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 5 de fevereiro de 2022.

SALES, Denise. **Clima e doenças respiratórias: Inter-relações no municípios de Belo Horizonte (MG)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais: 2019, p. 69-71.

SANTANA, Giselly, SANTOS, Karla, GUIMARÃES, Ricardo, PONTES, Altem e BICHARA, Cléa. Geotecnologia como ferramenta da análise em saúde. In. **Educação Ambiental em Ação**. 2019, n. 68. Disponível em: <<https://www.revistaeea.org/artigo.php?idartigo=3733>>. Acesso em: 7 de fevereiro de 2022.

SÃO PAULO. **Secretaria de Segurança Pública**. Estatística de Criminalidade Manual de Interpretação. 2005.

SILVA, Amanda, MAIA, Lívia e SOUZA, Wayner. Síndrome Respiratória Aguda Grave em Pernambuco: comparativo dos padrões antes e durante a pandemia de COVID-19. In. **Ciência & Saúde Coletiva**, 25(Supl.2), Rio de Janeiro: 2020, p 4141-4150. Disponível em: <<https://scielosp.org/pdf/csc/2020.v25suppl2/4141-4150/pt>>. Acesso em: 9 de fevereiro de 2020.

SILVA, Caroline, SILVA, Emizael e MIRANDA, Livia. Regiões metropolitanas da Paraíba: caracterização, implantação e processos de gestão. In. **Oculum Ensaios**, v. 15, n. 1, 2018, p. 129-148. Disponível em: <<https://periodicos.puc-campinas.edu.br/oculum/article/view/3405>>. Acesso em: 19 de março de 2023.

SOUSA, Ana Lúcia de (org.). **Plano Estadual de Saúde 2016-2019**. 2016. Disponível em: < https://www.conass.org.br/pdf/planos-estaduais-de-saude/PB_Plano%20Estadual%20de%20Saude%202016_2019.pdf>. Acesso em: 19 de março de 2023.

ZANELLA, Janice. Zoonoses emergentes e reemergentes e sua importância para saúde e produção animal. In. **Pesq. agropec. bras.**, v.51, n.5, Brasília: 2016, p. 510-519.

Disponível

em:<<https://www.scielo.br/j/rlae/a/XwwGhR3rDb7BG4GjFMq3JFh/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 28 de fevereiro de 2022.

ANÁLISE ESPACIAL DO NÚMERO DE CASOS ACUMULADOS, ATIVOS, RECUPERADOS E ÓBITOS CONFIRMADOS POR COVID-19 NO ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL

Maria Clara Rodrigues Dias¹; Nadjacleia Vilar Almeida²

RESUMO

A pandemia de Covid-19 (SARS-CoV-2), vem causando desequilíbrios socioambientais e econômicos desde março de 2020. Uma doença com alto risco de contágio e morte. O presente estudo objetiva: analisar a distribuição espacial dos casos acumulados, ativos e recuperados, e números de óbitos causados pela Covid-19 no estado da Paraíba. Uma pesquisa exploratória, realizada no período de janeiro de 2021 a julho de 2022, coletando os dados através da SES-PB e DataSUS. Foram utilizadas ferramentas do Geoprocessamento, para espacializar com mapas temáticos e gráficos a dinâmica da Covid-19 e correlacionar o número de casos e óbitos com outras variáveis como população e regiões de saúde, mesorregião e idade dos pacientes. Foram identificados padrões de comportamento onde, o maior número de casos está concentrado principalmente em João Pessoa, e nos polos regionais de Campina Grande, Patos, Souza, e Cajazeiras, variando ao longo do tempo, atingindo os municípios com população inferior a 100mil habitantes.

Palavras-chave: Geoprocessamento. Saúde. COVID-19. Epidemiologia.

1 mcrd@academico.ufpb.br

2 nadjacleia.almeida@academico.ufpb.br, [Geoprocessamento aplicado ao estudo da distribuição espacial dos casos e óbitos confirmados por Covid-19 no estado da Paraíba, Brasil](#)/Análise Espacial do Número de Casos Acumulados, Ativos, Recuperados e Óbitos Confirmados por Covid-19 no Estado da Paraíba, Brasil. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq +55 61 3211-4000.

INTRODUÇÃO

A Covid-19 é uma doença respiratória causada pelo vírus SARS-CoV-2 pertencente a uma família chamada *Coronaviridae*, que causam infecções respiratórias. Sendo identificados os primeiros casos em 31 de dezembro de 2019 em Wuhan província de Hubai, China (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020). Segundo Nogueira e Silva (2020, p. 118) “O vírus apresenta semelhanças com as infecções respiratórias causadas por SARS que foi um vírus que saltou de morcegos para pangolins e deste para os seres humanos por volta de 2002 e com o MERS-CoV que saltou de morcegos para camelos e deste para o homem em 2012”.

O primeiro caso de Covid-19 chegou ao Brasil em 26 de fevereiro de 2020, através de um idoso de 61 anos com histórico de viagem para Itália (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020). Uma declaração de transmissão comunitária de Covid-19 em território brasileiro foi lançada pelo ministério da saúde em 20 de março. No estado da Paraíba, foi registrado o primeiro caso de Covid-19, segundo a Secretaria de Saúde, no dia 18 de março de 2020, data em que saiu o resultado do exame.

Desde o ano de 2020, que o Brasil e suas respectivas Unidades Federativas (UFs) sofrem com o impacto do coronavírus na saúde e nos âmbitos sociais, econômicos e ambientais. De forma a tentar reduzir o número de casos e óbitos foram lançados protocolos de biossegurança para combater a doença, como o uso constante de Equipamento de Proteção Individual (EPI's) como máscaras, álcool em gel, lavagem frequente das mãos, higienização de espaços públicos, fechamento de serviços considerados não essenciais como bares, restaurantes, escolas, universidades, funcionando apenas supermercados, farmácias entre outros serviços essenciais à manutenção da vida, (DECRETO ESTADUAL nº 134, 20 março de 2020). A população precisou isolar-se em quarentena, e a evitar aglomerações de pessoas, principalmente, em locais públicos, também foi recomendado a realização de testagem para Covid-19, e posteriormente, com o desenvolvimento das vacinas, o incentivo à vacinação.

Ademais, ao longo dos dos anos de 2020 a 2022 boa parte da população paraibana colocou em prática as formas de combate ao Covid-19, aderindo, ainda que não 100% ao uso obrigatório de máscara, quarentena, evitando aglomerações. Amplas foram as flexibilizações que ocorreram, em relação principalmente à rotação econômica, e

educacional. Como por exemplo, a abertura de bares, restaurantes, ainda que com obrigatoriedade do uso dos EPI's, funcionando com menos de 50% da capacidade total, e distanciamentos de mesas e cadeiras, controle de temperatura corporal nas entradas, além de manter o local higienizado, como consta no decreto estadual nº 42.229, 31 de janeiro de 2022. No âmbito educacional, escolas, universidades e instituições de ensino adequaram suas atividades ao home office, através de plataformas online para ministração de aulas, cursos, minicursos, capacitações e etc.

Atualmente, em 15 de fevereiro de 2023 no Brasil são 36.960.888 casos acumulados, sendo 11.570 novos casos, 697.894 óbitos acumulados e 36.097.919 recuperados. Na Paraíba, 707.288 casos confirmados, 10.541 óbitos e 502.266 recuperados. (CORONAVÍRUS BRASIL, 2023).

No que se refere a vacinação, 4 vacinas foram aprovadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Brasil. As vacinas da Oxford/Astrazeneca, Janssen, CoronaVac e Pfizer, (VILELA FILHO et al, 2022). De acordo com o número de pessoas completamente vacinadas contra a Covid-19 o Brasil encontra-se em 4º lugar com 151,28 milhões de pessoas vacinadas com a segunda dose até o ano de 2021. Na Paraíba foram 3.960.434 doses aplicadas na população total, sendo 3.503.609 pessoas vacinadas com a primeira dose (88,47%), 3.201.568 com a segunda dose (80,84%), 74.796 doses única aplicadas cerca de (1,89%) e 2.045.618 (60,88%) doses de reforço aplicadas segundo o painel de vacinação³ da Secretaria de Saúde do Estado da Paraíba, em 15 de fevereiro de 2023.

Entretanto, o vírus tem grande potencial de mutação que ocorre naturalmente durante seu ciclo evolutivo. Adaptando-se a novos ambientes e tornando-se cada vez mais transmissível. Por isso surgiram novas variantes do SARS-CoV-2. Segundo o estudo realizado por Michelon (2021), ao qual buscou revisar as variantes de preocupação de interesse no Brasil, foram identificadas seis variantes são elas: Alfa (variante B.1.1.7 – Reino Unido), Beta (variante B.1.351 – África do Sul), Gama (variante B.1.1.28.1 ou P1 Japão – Brasil), Zeta (variante B.1.1.28.2 ou P2 – Brasil, Rio de Janeiro), Delta/Kapa (variante B.1.617 – Índia) e Lambda (variante C.37 – Andina) (MICHELON, 2021, p.110-113).

3 <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/saude/coronavirus/painel-de-vacinacao>

Dessa forma é de suma importância o monitoramento do comportamento da doença no tempo e no espaço. Com o auxílio do geoprocessamento no uso da saúde e suas técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica (CÂMARA E DAVIS, 2004, p.1), é possível compreender o padrão de espalhamento da Covid-19 no estado da Paraíba. “As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (GIS), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados” (CÂMARA e DAVIS, 2004, p.1).

Assim, o objetivo principal desde projeto é analisar o comportamento da distribuição espacial do número de casos acumulados, recuperados, ativos e número de óbitos confirmados por Covid-19 no estado da Paraíba. Os objetivos específicos foram: Relacionar o número de casos e óbitos confirmados com as regiões de saúde do estado; relacionar o número de casos e óbitos confirmados com a estimativa da população por idade em cada município; divulgar por meio de mídias sociais os mapas temáticos de cada variável analisada; disponibilizar para sociedade um WebSIG com as informações e análises geradas na pesquisa.

REFERENCIAL TEÓRICO

Geoprocessamento e Saúde

Em meados do séc. XIX, em Londres no ano de 1854, o médico John Snow revolucionou os estudos referentes a análise da distribuição de doenças e seus determinantes no espaço tempo. Snow realizou o mapeamento manual dos casos de morte por cólera, relacionando a semelhança entre o número de mortes por cólera e o abastecimento de água por bombas públicas de abastecimentos entre duas companhias de água concorrentes, no bairro de Soho (HERCULANO, 2010, p.429).

O estudo de John Snow foi o estopim inicial para o aprimoramento das técnicas de análise espacial em Geoprocessamento. As primeiras tentativas de automatizar parte do processamento de dados com características espaciais aconteceram na Inglaterra e nos Estados Unidos, nos anos 50, com o objetivo principal de reduzir os custos de produção e manutenção de mapas. (CÂMARA e DAVIS, 2004).

A partir da década de 60, surgiram no Canadá, os primeiros Sistemas de Informação Geográfica. (CÂMARA e DAVIS, 2004). Logo, com o avanço da informática, ao longo dos anos 70 foram desenvolvidos novos e mais acessíveis recursos de hardware, tornando viável a progressão de sistemas comerciais. Foi então que a expressão Geographic Information System (Sistemas de Informação Geográfica) foi criada.

Tais sistemas permitem a visualização espacial de variáveis como população de indivíduos, índices de qualidade de vida, distribuição de doenças, através de mapas. Tendo um banco de dados com base geográfica como por exemplo um mapa de municípios o SIG permite a visualização do padrão espacial do fenômeno. “A década de 80 representa o momento quando a tecnologia de sistemas de informação geográfica inicia um período de acelerado crescimento que dura até os dias de hoje” (CÂMARA e DAVIS, 2004).

O georreferenciamento dos eventos de saúde é importante para poder analisar os riscos à saúde coletiva que se relacionam com o meio ambiente e o perfil socioeconômico da população. Os mapas temáticos são instrumentos significativamente importantes para análise espacial do risco de determinada doença (HINO et.al, 2006, p.124).

Segundo Pina e Santos, (2000 p.17) de um modo geral, pode-se identificar em ambiente SIG: visualização das informações, organização e georreferenciamento e integração dos dados. Vindos de diversas fontes, formatos, escalas e sistemas de projeção, possibilitando análises espaciais e predição de ocorrências. A contribuição do geoprocessamento e das suas técnicas de tratamentos de dados vêm sendo comumente úteis no aprimoramento da relação dessas esferas com o âmbito da saúde.

O cenário pandêmico, desde o início de 2020, reflete a importância de todo esforço humano, não só, na tentativa de reduzir a curva de infecção do coronavírus (Sars-CoV-2) utilizando máscara, álcool em gel, distanciamento social principalmente em locais públicos, como também, do ponto de vista científico produzindo o máximo de conhecimento acerca desse inimigo natural invisível, utilizando as ferramentas do SIG através do geoprocessamento, para identificar padrões de distribuição sobre a epidemia de Covid-19 no tempo e no espaço.

Alguns estudos já realizados dentro deste tema podem ser citados como o de Pedrosa e Albuquerque, (2020) onde o principal objetivo da pesquisa foi analisar a distribuição de casos de Covid-19 e de leitos de UTI no estado do Ceará. O uso do SIG na

área da saúde, tem se destacado principalmente nas áreas de vigilância epidemiológica, na avaliação dos serviços de saúde, na urbanização e meio ambiente. “Planejamento, monitoramento e avaliação de programas, estudo do contexto socioeconômico, vigilância em saúde, e as demais atividades essenciais à reorientação das ações do setor saúde são beneficiadas pela incorporação da distribuição espacial dos eventos” (PINA e SANTOS, 2000, p.20).

Logo, é imprescindível o uso do geoprocessamento e suas técnicas de coleta, tratamento, e exibição das informações referenciadas em um espaço geográfico na área da saúde, contribuindo para mapeamentos da difusão espacial e temporal de doenças, com informações facilmente localizáveis, sendo uma ferramenta de políticas públicas importante, pois, tem a capacidade de construir uma cadeia de explicações para os problemas do território e auxilia na tomada de decisões e no melhoramento da avaliação das ações e serviços de saúde no Brasil.

Doenças Virais e o Coronavírus

O período colonial no ano de 1.500 foi o divisor de águas dentro do contexto histórico de epidemias por doenças virais no Brasil. Visto que, a chegada dos Europeus à América ocasionou a introdução de novas espécies de plantas, animais, e agentes infecciosos. Com isso, o surgimento de novos vetores de doenças virais. “Ao longo dos séculos XVII, XVIII, XIX, até o início do séc. XX as epidemias de febre amarela ocorreram nas Américas.” Posteriormente apenas no período imperial, a primeira epidemia ocorreu em 1850, na cidade do Rio de Janeiro. (SILVA e AMGERAMI, 2008, p.30).

No dia 12 de março de 2003 a Organização Mundial de Saúde (OMS) lança um alerta global falando sobre a Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG). Classificada como uma pneumonia atípica grave transmissível para pessoas com contato próximo e sem origem etiológica determinada. A OMS relata ainda que os primeiros casos desta doença ocorreram a partir de 16 de novembro de 2002, em Gunagdong (China) (BOECHAT, LAPA e SILVA p.2003).

Em 11 de fevereiro de 2003 a OMS recebeu a notificação sobre a ocorrência na província de Guangdong, de 305 casos de pneumonia atípica grave, 105 dos quais em profissionais da área da saúde, e a ocorrência de cinco óbitos. Três vírus tornaram-se

candidatos a possível agente da SRAG, paramixovírus, metapneumovírus, e o terceiro um novo coronavírus (OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2003).

Em dezembro de 2019 foi identificado na China, cidade de Wuhan, o surgimento da SARS-Cov-2, atualmente conhecido como Covid-19. O coronavírus é um vírus zoonótico que pertence ao gênero classificado como Betacoronavírus (Beta-CoVs) e a família Coronaviridae (OPAS, 2020). Desde a sua descoberta até os dias atuais o vírus SARS-Cov-2 vem tendo uma crescente de casos e óbitos no mundo todo. No Brasil o primeiro caso confirmado ocorreu em meados de fevereiro de 2020 na cidade de São Paulo, um homem idoso com histórico de viagem para Europa.

A curva de contágio aumentou significativamente a partir do primeiro caso confirmado no Brasil. Espalhando-se para as demais regiões do território brasileiro. No dia 17 de março de 2020, foi confirmado o primeiro óbito por Covid-19, homem idoso do estado de São Paulo/SP, com histórico de comorbidades e viagem para Europa. O estudo realizado por Oliveira et.al (2020), aponta um gráfico com o número de casos novos diários no período de 26 de fevereiro à 06 de abril de 2020 e demonstra um aumento exponencial 100 – 10.000 em 14 dias.

No estado da Paraíba o primeiro caso de coronavírus foi registrado em 18 de março, data em que foi divulgado resultado do exame segundo à Secretaria de Saúde. Homem, idoso, histórico de viagem para Europa. Nesse contexto de introdução da disseminação do vírus no território brasileiro surgiram as medidas de prevenção contra a Covid-19, fechamento imediato de universidades, escolas público/privadas, e qualquer tipo de comércio que pudesse promover aglomerações de pessoas.

Diversas são as problemáticas referentes ao cumprimento integral das medidas de prevenção contra o coronavírus.

No Brasil, falando de uma perspectiva histórica são vários os problemas ambientais existentes. Falta de saneamento básico, crescimento populacional exagerado, expansão das áreas periféricas nos grandes centros urbanos, alta taxa de desemprego, baixo índice de escolaridade, levando cada vez mais pessoas a terem suas moradias sucateadas e até mesmo não ter uma moradia fixa. A falta de água em algumas regiões ainda é um problema, e uma economia que não fortalece nem beneficia igualmente a maioria da população pobre e marginalizada.

As vacinas começaram a serem pensadas, desenvolvidas e testadas em tempo recorde na história de desenvolvimentos de vacinas. Através de diversas instituições e laboratórios especializados, para confirmar ou não a possibilidade de uso e eficácia para a imunização da Covid-19. Dentre elas podemos citar a Vacina BioNTech, Pfizer; Vacina CoronaVac, Instituto Butantan; Vacina AstraZeneca, Universidade de Oxford. No dia 12 de janeiro de 2021 o governo de São Paulo anuncia os resultados dos testes de eficácia da CoronaVac. Em 17 de janeiro de 2021 a Anvisa autorizou para uso emergencial das vacinas contra a Covid-19 do laboratório Sinovac e do laboratório Serum Institute of India [Oxford].

O Ministério da Saúde (MS), por meio da Coordenação-Geral do Programa Nacional de Imunizações (CGPNI) e do Departamento de Imunização e Doenças Transmissíveis (DEIDT), da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) lança no dia 15 de fevereiro de 2021 o plano nacional de operacionalização da vacinação contra Covid-19. Visando apoiar as Unidades Federativas (UF) e municípios no planejamento e operacionalização da vacinação contra a doença. Destacando a classificação dos grupos prioritários. A Campanha Nacional de Vacinação contra a Covid-19 teve início no dia 18 de janeiro de 2021.

Apesar dos esforços dos agentes de saúde para viabilizar a vacinação em massa, ocorreram problemas na disponibilização de vacinas pelo governo federal (2018-2022), tendo em vista, todo o protocolo estabelecido para aquisição dessas vacinas, ademais, furas na fila da vacinação, e o tempo que demora para que essas vacinas cheguem à população, e como cada UF's responde à essa demanda.

Atualmente a vacinação do Brasil mostra-se mais avançada em 15 de fevereiro de 2023 foram aplicadas 503.639.629 na população do país cerca de 164.830.709 pessoas, foram totalmente vacinadas (duas doses) e 42.246.287 da segunda dose de reforço foram aplicadas (BRASIL, 2023). A vacinação vem surtindo efeitos na crise sanitária humanitária que enfrenta o Brasil. Visto que, atualmente em 15 de fevereiro de 2023 no Brasil são 36.960.888 casos acumulados, sendo 11.570 novos casos, 697.894 óbitos acumulados e 36.097.919 recuperados. Na Paraíba, 707.288 casos confirmados, 10.541 óbitos e 502.266 recuperados. (CORONAVÍRUS BRASIL, 2023).

METODOLOGIA

Área Geográfica de estudo

O estado da Paraíba localiza-se na região Nordeste do Brasil. Sua área possui cerca de 56.467,242 km², 223 municípios, e população estimada de 4.059.905 habitantes (IBGE, 2021). O estado é dividido em quatro mesorregiões (Figura 1) Mata Paraibana, Borborema, Agreste e Sertão, que compreendem 16^º regiões de saúde (Figura 2). Em boa parte do território predomina a vegetação da caatinga e na mesorregião da Mata predomina a mata atlântica.

Figura 1 - Mesorregiões do Estado da Paraíba



Figura 2 - Regiões de Saúde do Estado da Paraíba



Tipo de estudo

Análise exploratória espacial da distribuição dos casos acumulados, ativos, recuperados e óbitos confirmados por Covid-19 no estado da Paraíba. Utilizada principalmente para descrever padrões espaciais e relação entre mapas, e visualização, onde o mapeamento dos eventos é realizado através da distribuição zonal e pontual com superposições complexas de dados de incidência de doença os quais descrevem a distribuição de determinadas variáveis.

Coleta de dados

A base cartográfica dos limites municipais do estado da Paraíba (IBGE, 2018) juntamente com dados da população estimada (IBGE, 2019), foram adquiridos no IBGE⁴ e GeoPortal AESA⁵. O arquivo vetorial (shapefile) das rodovias federal e estadual foi adquirido no site do DNIT⁶ (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes). Os dados epidemiológicos casos acumulados, ativos, recuperados e óbitos confirmados por Covid-19 foram obtidos através do site da SES⁷ (Secretaria de Saúde do Estado da Paraíba) pelos boletins diários e mensais e através do DataSUS. Coletados desde março de 2020 até os dias atuais. Sendo organizados em planilhas eletrônicas no formato.csv (ponto separado por vírgula) e a partir do software Qgis 2.18/3.14 foram vinculados aos arquivos vetoriais (shapefiles) dos municípios e das sedes municipais.

Dessa forma, a distribuição espacial dos casos acumulados, recuperados e ativos foram representados nos polígonos dos municípios pela graduação de cores, e os casos de óbitos foram representados por pontos com tamanhos graduados por 100.000 habitantes para cada município. Ambos utilizando cinco classes e o método de quebras naturais (Jenks), que identifica as quebras entre as classes utilizando uma fórmula estatística (Otimização de Jenk), que consiste basicamente na minimização da soma da variância dentro de cada classe. Espacializados através de mapas temáticos elaborados no software Qgis 2.18/3.14 que demonstram as taxas de incidência de casos e óbitos para cada 100mil/hab e gráficos elaborados no Excel e Rstudio que demonstram os dados analisados por região de saúde, idade e mesorregião.

O cálculo por 100.000hab foi feito da seguinte forma: Em ambas as planilhas, casos e óbitos foi selecionado a coluna do último dia do mês (30 ou 31), dividindo pela população e multiplicando esse resultado por 100.000. Dessa forma, é gerado uma coluna com a taxa de incidência de casos e mortalidade para cada ano.

Para a análise por idade foi utilizado o software Rstudio para gerar histogramas, ou seja, um gráfico de barra que demonstra uma distribuição de frequências de casos e óbitos por ano. Para as regiões de saúde, foi utilizado o software Excel para gerar um

4 <https://www.ibge.gov.br/>

5 <http://geoserver.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/index.php>

6 <https://www.gov.br/dnit/pt-br>

7 <https://superset.plataformatarget.com.br/superset/dashboard/55/>

gráfico dinâmico em colunas, evidenciando também a frequência de casos e óbitos em cada região de saúde por ano.

Devido a um lapso temporal no apanhamento dos dados, desde que a Secretaria de Saúde do Estado da Paraíba (SES-PB), cessou a atualização dos boletins e notas técnicas, de onde eram retirados os dados de casos ativos e recuperados, que eram atualizados por semana epidemiológica (SE). A última atualização foi na SE-52 01/01/22.

Os dados foram coletados em uma segunda fonte, o Data SUS, porém, como a sistematização e organização dos dados por essa plataforma é diferente, não conseguiu abarcar uma cobertura tão ampla quando comparado com os dados fornecidos pela SES-PB, tendo que ser elaborado de forma manual em planilha excel.

Assim, com a espacialização da população a cada 100mil/hab para casos acumulados, ativos, recuperados e óbitos foram construídos mapas temáticos para cada variável analisada. Sendo divulgados nas mídias sociais do LCG (Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento – UFPB).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

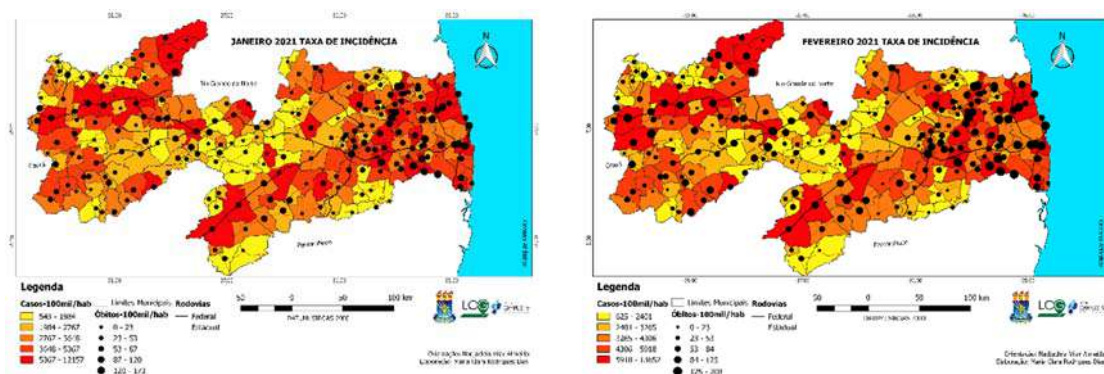
Segundo o IBGE (2021), o estado da Paraíba possui uma área de 56.467,242 km², e uma população estimada de 4.059.905 pessoas. A capital do estado, João Pessoa, possui 809.015 habitantes (IBGE, 2020), sendo considerado o mais populoso município dentre os 223 existentes. Desde março 2020 a epidemia de Covid-19 vem disseminando-se pelo Brasil e também por todo o estado. “O número de casos infectados é variável em diversos países, conforme medidas de enfrentamento, que depende dos testes, do distanciamento social, da população, do nível de educação e das medidas governamentais” (SOUSA et al. 2021, p.49).

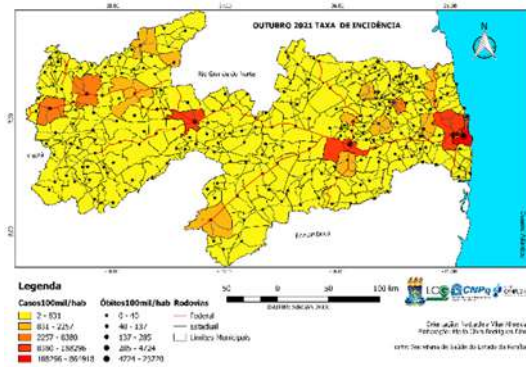
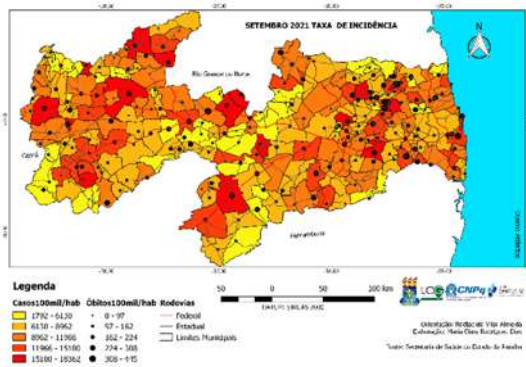
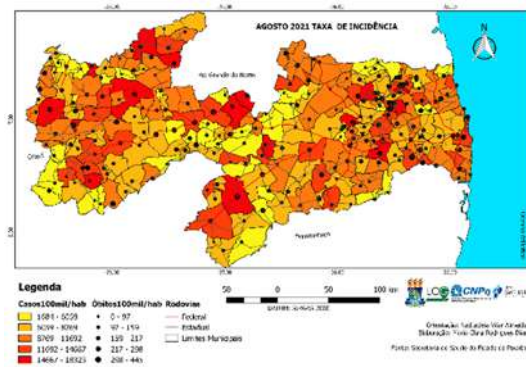
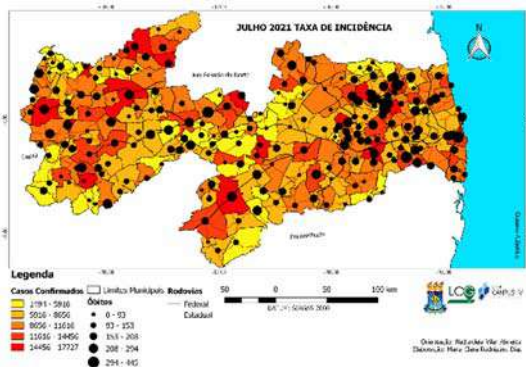
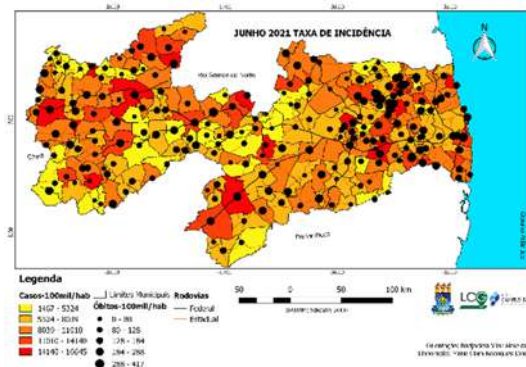
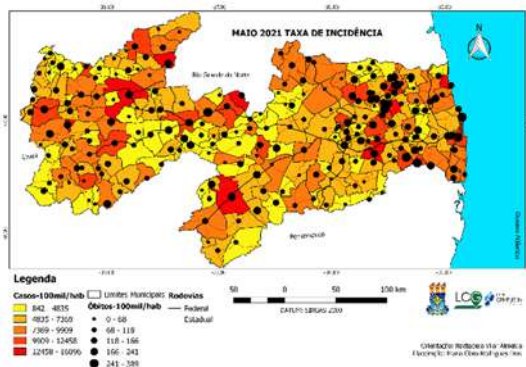
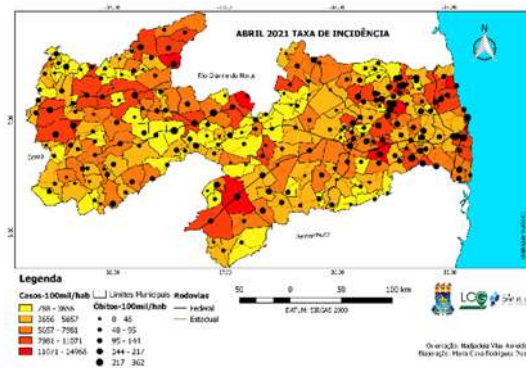
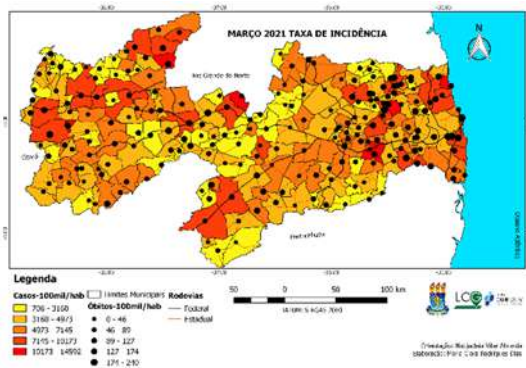
O dado populacional permite analisar o espalhamento da Covid-19 por todo território, através da incidência de casos e mortalidade na população de cada município por 100mil hab. Dessa forma, pode-se compreender o comportamento da doença no estado e apontar quais fatores estão relacionados, ou, não com esta disseminação.

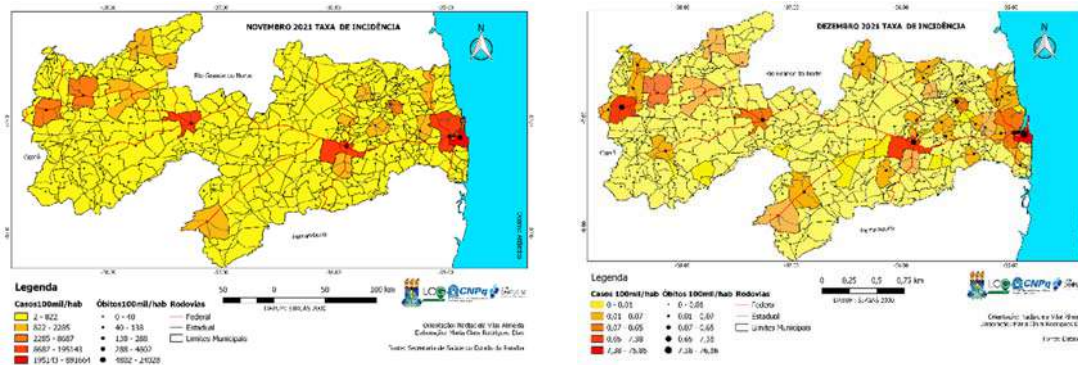
De acordo com os dados do relatório de iniciação científica, vigência 2020-2021, publicados por Almeida e Dias (2021), a distribuição relativa (taxa de incidência) dos casos acumulados e óbitos no ano de 2020 demonstra dois padrões principais de distribuição: 1) no mês de março, os casos concentram-se em sua maioria em cidades consideradas polos regionais como João Pessoa, Campina Grande, Patos, Souza e Cajazeiras com taxa de 1,48 – 32,7. 2) de abril a outubro, em decorrência do aumento do número de casos com o espalhamento da doença, há uma disseminação para municípios com população inferior a 100mil hab como Rio Tinto, Baía da Traição, Alagoa-Grande, Guarabira. Principalmente nas mesorregiões da Zona da Mata e Agreste paraibano. Em dezembro 2020 há um agravamento na situação dos municípios como Riachão do Bacamarte, Itapororoca, Ingá todos destacadas em vermelho no mapa. No que se refere aos óbitos ocorreu aumento nas cidades polos: João Pessoa, Campina Grande, Patos, e Cajazeiras, em decorrência do aumento de casos nesses mesmos municípios.

Em 2021 (Figura 3), entre os meses de janeiro a setembro há uma maior disseminação por todo o território do estado. Principalmente nos meses de janeiro e fevereiro onde o mapa em sua maioria se apresenta quase que completamente em vermelho. O que indica o agravamento de casos não só, na capital João Pessoa e nos polos regionais como Campina Grande, Patos, Souza e Cajazeira, mas também, nos municípios circunvizinhos como Alagoinha, Ingá, Sumé, São José do Sabugi, São Bento, Carrapateira por todas as mesorregiões Zona da Mata, Agreste, Borborema e Sertão.

Figura 3 – Distribuição relativa dos casos e óbitos confirmados por Covid-19 segundo a taxa de incidência por 100 mil habitantes, para o ano de 2021 no estado da Paraíba-PB, Brasil







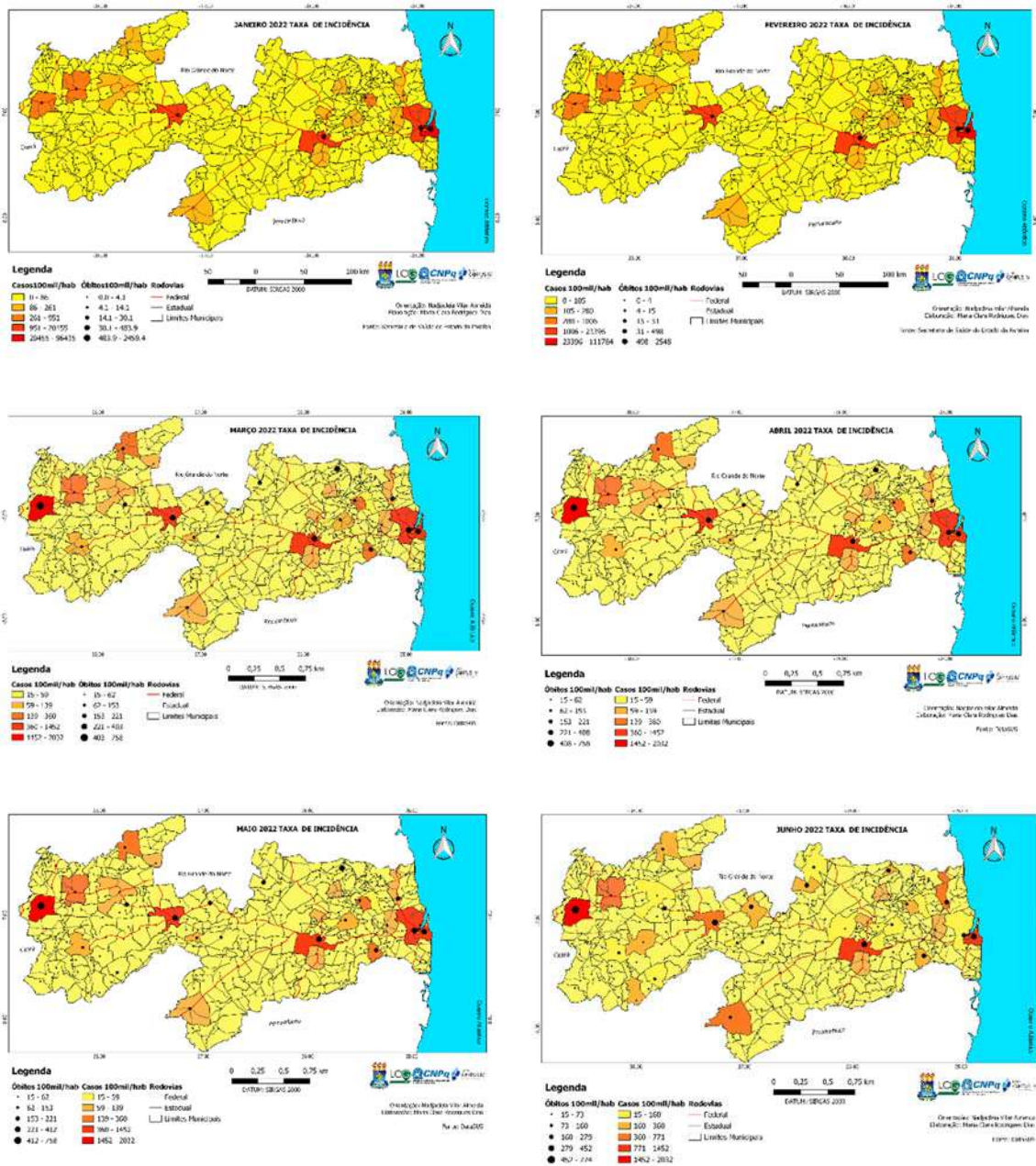
De março a setembro, o padrão de espalhamento se descentraliza das cidades polos e passar a se estabelecer em municípios específicos como Guarabira, Ingá, Esperança, Solânea, Belém, Sumé, Livramento, Santo André, São José do Sabugi, Pombal, Lastro, Carrapateira. Em outubro e dezembro ocorre uma queda brusca no número de casos e o espalhamento volta a se concentrar nas cidades polo, João Pessoa, Campina Grande, Patos, Souza e Cajazeiras. No que se refere ao número de óbitos, pode-se dizer que aumenta ou diminui em função do número de casos pode se concentrar em maior quantidade tanto nas cidades polo quando nos municípios circunvizinhos.

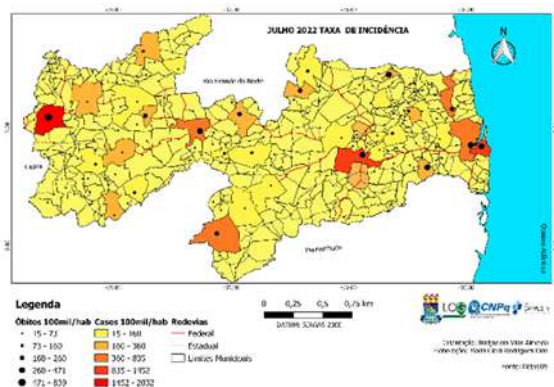
Em relação a estabilidade e queda no número de casos e óbitos entende-se que a vacinação foi um fator fundamental para o achatamento da curva de contágio no período de 2021-2022. “A vacinação é considerada como uma das políticas de saúde pública mais efetivas e de menor custo-benefício, utilizada no controle e na prevenção de doenças” (LIMA et al., 2022, p.50). Como também evidencia Vieira et al. (2022) no seu estudo sobre a flexibilização do uso de máscaras em áreas abertas “com o avanço da vacinação ocorre a diminuição da incidência de novos casos ao redor do mundo, sobretudo aqueles causados pela variante Ômicron [...] com isso, diversos países começaram a suspender a obrigatoriedade do uso de máscaras” (VIEIRA et al. 2022, p.1).

Em 2022 (figura 4), percebe-se uma diferença entre as passagens de ano de 2020-2021 onde janeiro e fevereiro apresentavam uma grande quantidade de casos e óbitos espalhadas por todo o Estado. Em 2021-2022 janeiro e fevereiro demonstram um comportamento onde o padrão de espalhamento da doença de Covid-19 é novamente centralizado nas cidades polo, João Pessoa, Campina Grande, Patos, Souza e Cajazeiras. Esse padrão se mantém ao longo dos meses de março a julho, concentrando o maior

número de casos e óbitos nas cidades pelo supracitadas. Existe uma variação no número de casos em municípios com população inferior a 100mil habitantes como Alagoa Grande, Guarabira, Itabaiana, Santa Luzia, Monteiro, Princesa Isabel, Piancó, São Bentinho, Catolé do Rocha, principalmente nas mesorregiões da Zona da Mata, Agreste e Sertão.

Figura 4 – Distribuição relativa dos casos e óbitos confirmados por Covid-19 segundo a taxa de incidência por 100 mil habitantes, para o ano de 2022 no estado da Paraíba-PB, Brasil





A taxa de incidência dos casos por 100mil/hab, evidenciam que no ano de 2021 (figura 5), o menor número de casos está no mês de maio com (89.156,53) casos por 100mil/hab. De junho a setembro observa-se taxas mais altas. Em setembro é onde observa-se a maior taxa (2.115.089,71), e uma diminuição nos meses de outubro e novembro (115.4880,21 - 119.2139,93). Já o número de óbitos (figura 6) de janeiro a julho há um aumento gradativo (13.719,29 a 26.264,64). Existe um aumento nos meses de junho, julho agosto numa faixa de (32.170,13 – 34.342,45). O maior número de óbitos concentra-se em setembro (35.709,83). E em outubro e novembro uma leve diminuição no número de óbitos (30.570,52 – 30.982,66).

Figura 5 – Distribuição relativa dos casos confirmados por Covid-19 segundo a taxa de incidência por 100 mil habitantes, para o ano de 2021 no estado da Paraíba-PB, Brasil

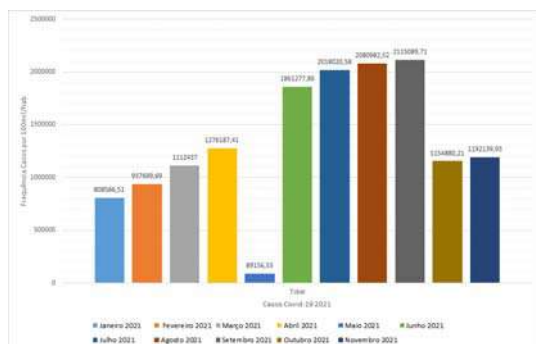
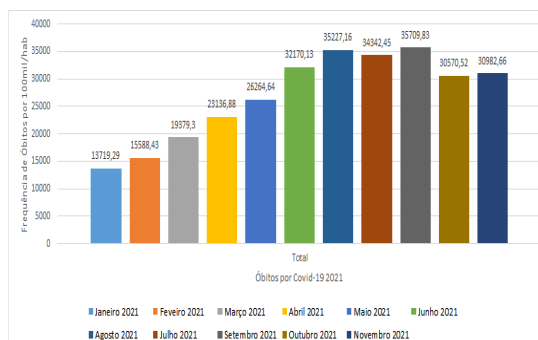


Figura 6 – Distribuição gráfica relativa dos óbitos confirmados por Covid-19 segundo a taxa de incidência por 100 mil habitantes, para o ano de 2021 no estado da Paraíba-PB, Brasil



Em 2022 (figura 7), o mês de fevereiro apresenta maior taxa de incidência de casos (5748) do que em janeiro (3316,45). Em fevereiro aconteceram folias de rua em

comemoração do Carnaval, isso pode explicar o aumento do número de casos em decorrência da aglomeração de pessoas nas ruas. De fevereiro a março há uma estabilidade com uma taxa menor que 6000 casos. O aumento ocorre em junho (9976,44) e o maior número de casos é em julho (11685,43), esses dois meses é onde ocorre as festividades juninas, neste ano, voltou a acontecer o maior São João do mundo na cidade de Campina Grande, logo, esta festa serviu de foco de transmissão da Covid-19 e contribuiu com o aumento do número de casos. Com relação aos óbitos (figura 8), o mesmo padrão se repete onde fevereiro apresenta a maior taxa de mortalidade (4.216,28) e janeiro a menor (1433,94). Possivelmente em função do aumento do número de casos para o mesmo período devido as festividades carnavalescas. Porém, ocorre um aumento exponencial de fevereiro a julho (5684,17) óbitos.

Figura 7 – Distribuição gráfica relativa dos casos confirmados por Covid-19 segundo a taxa de incidência por 100 mil habitantes, para o ano de 2022 no estado da Paraíba-PB, Brasil

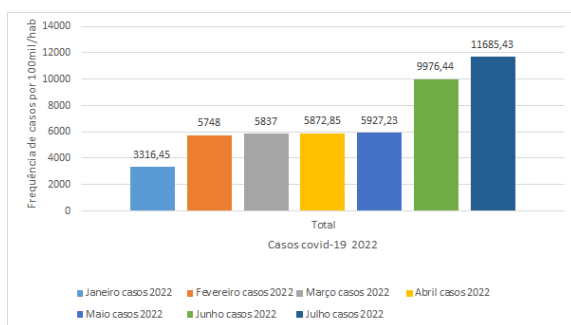
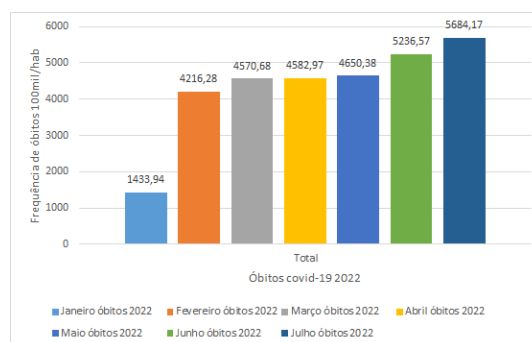


Figura 8 – Distribuição gráfica relativa dos óbitos confirmados por Covid-19 segundo a taxa de incidência por 100 mil habitantes, para o ano de 2022 no estado da Paraíba-PB, Brasil



Segundo o boletim (16) lançado em 14 de abril de 2021 pelo Comitê Científico do Consórcio Nordeste⁸, ao qual foram feitas recomendações sobre testagem, melhorias da biossegurança em pontos críticos e atualizações sobre a doença em todos os estados do Nordeste, no período de 12/12/2020 à 09/04/2021 o quadro que demonstra a evolução da pandemia, evidencia que o estado da Paraíba se encontrava em crescimento e com um alto risco epidêmico.

8 <https://www.comitecientifico-ne.com.br/c4ne/boletins>

Os principais fatores que se relacionam com o aumento dos casos de Covid-19 em 2021 são: a abertura de espaços públicos como bares, restaurantes, shoppings e aumento da capacidade de pessoas dentro desses espaços, fluxo de pessoas em transportes públicos, falta de sanitização, uso irregular de máscara de proteção.

No que se refere a estabilização dos casos e óbitos em algumas regiões, pode-se inferir que alguns municípios como Ouro Velho, São José do Bonfim, Santa Teresinha, São Mamede, Uiraúna, segundo a classificação do governo do estado em 19/04/2021 ficaram impedidas de mobilidade⁹ e estabeleceram medidas de proteção mais rígidas contra a Covid-19. No estado, até a data de 24/08/2022 já haviam sido vacinadas com as duas doses¹⁰ 93,80% da população o que dá em torno de 2.796.714 pessoas (SES-PB). “Os efeitos econômicos do Covid-19 podem ser amplamente categorizados em efeitos de oferta e demanda. Os efeitos da oferta decorrem da perda de horas de trabalho, e a queda da demanda agregada resulta da queda da renda devido ao desemprego associado aos bloqueios” (PADHAN e PRABHEESH, 2021, p.221).

Isso evidencia o destaque das duas regiões metropolitanas da Paraíba segundo Silva et al. (2018), João Pessoa e Campina Grande, que contribuem significativamente para atividade produtiva, emprego, comércio. E, também são considerados cidades polo para a população de alguns municípios que vão em busca de serviços, trabalho, comércio, hospitais, favorecendo a disseminação do coronavírus, através do fluxo intermunicipal de pessoas, seja em transportes públicos como em veículos particulares. Bem como reitera Costa et al. (2020) nos resultados obtidos de sua pesquisa o fato de João Pessoa, encontrar-se entre os principais destinos turísticos onde o fluxo de turistas para o estado em feriados de Natal, Ano Novo e Carnaval pode ter contribuído para a entrada do SARS-CoV-2 e sua consequente disseminação (COSTA et al. 2020).

No que se refere ao número de casos ativos e recuperados tais dados foram disponibilizados através de boletins pela Secretaria de Saúde do Estado da Paraíba publicados por Semana Epidemiológica (SE)¹¹ que consiste em dividir os 365 dias do ano em 52 ou 53 semanas epidemiológicas “Por convenção internacional as semanas epidemiológicas são contadas de domingo a sábado. A primeira semana do ano é aquela

9 <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/saude/coronavirus/novonormalpb>

10 <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/saude/coronavirus/painel-de-vacinacao>

11 <http://portalsinan.saude.gov.br/>

que contém o maior número de dias de janeiro e a última a que contém o maior número de dias de dezembro.” (SINAN, 2022).

Para os Casos Ativos (figura 9) os municípios que apresentam o maior número são João Pessoa, seguido por Esperança, Patos e Sousa, com um intervalo de 8937 – 43136 casos ativos para a última semana epidemiológica (SE 52) até 01/01/2022. Para os recuperados de janeiro a julho (figura 10) para a mesma SE, os municípios que apresentam o maior número são João Pessoa, Santa Rita, Guarabira, Campina Grande, Cajazeiras, num intervalo de 45921 – 63044 recuperados por Covid-19.

Figura 9 – Número de casos ativos confirmados por Covid-19, por Semana Epidemiológica- SE32 (14/08/2021) a SE52 (01/01/2022) no estado da Paraíba-PB, Brasil

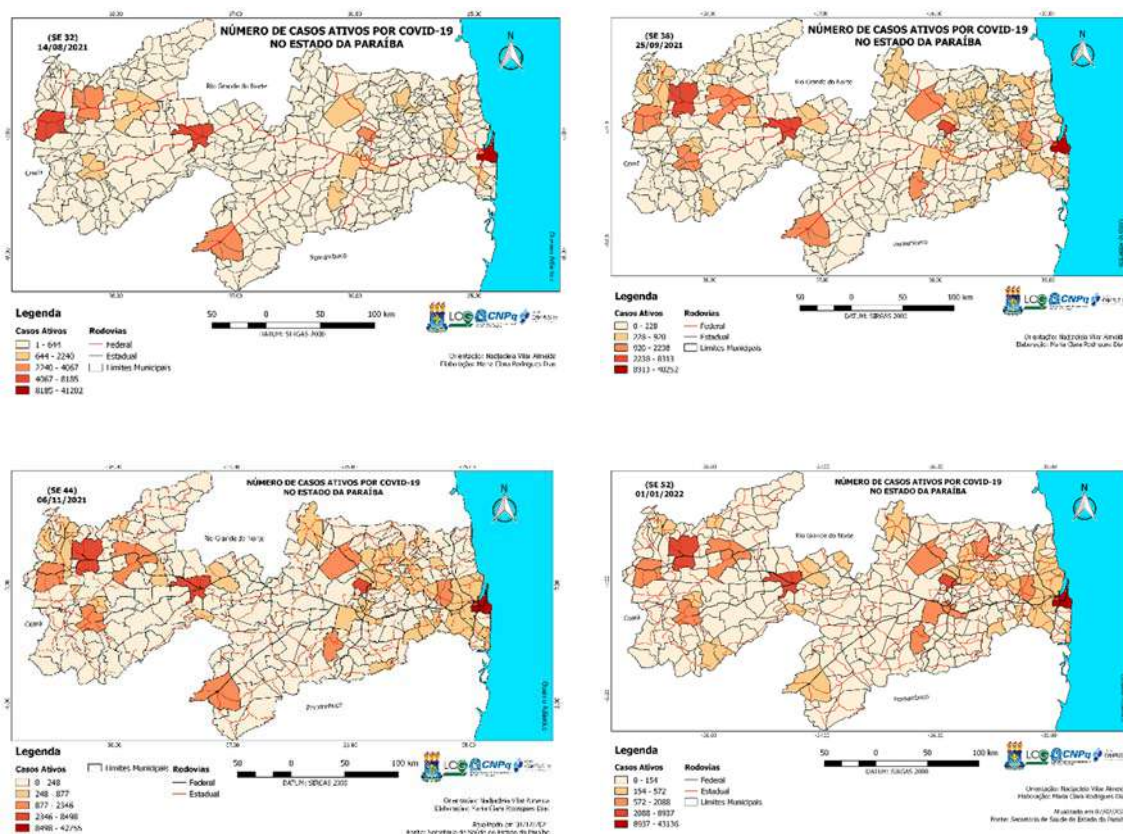
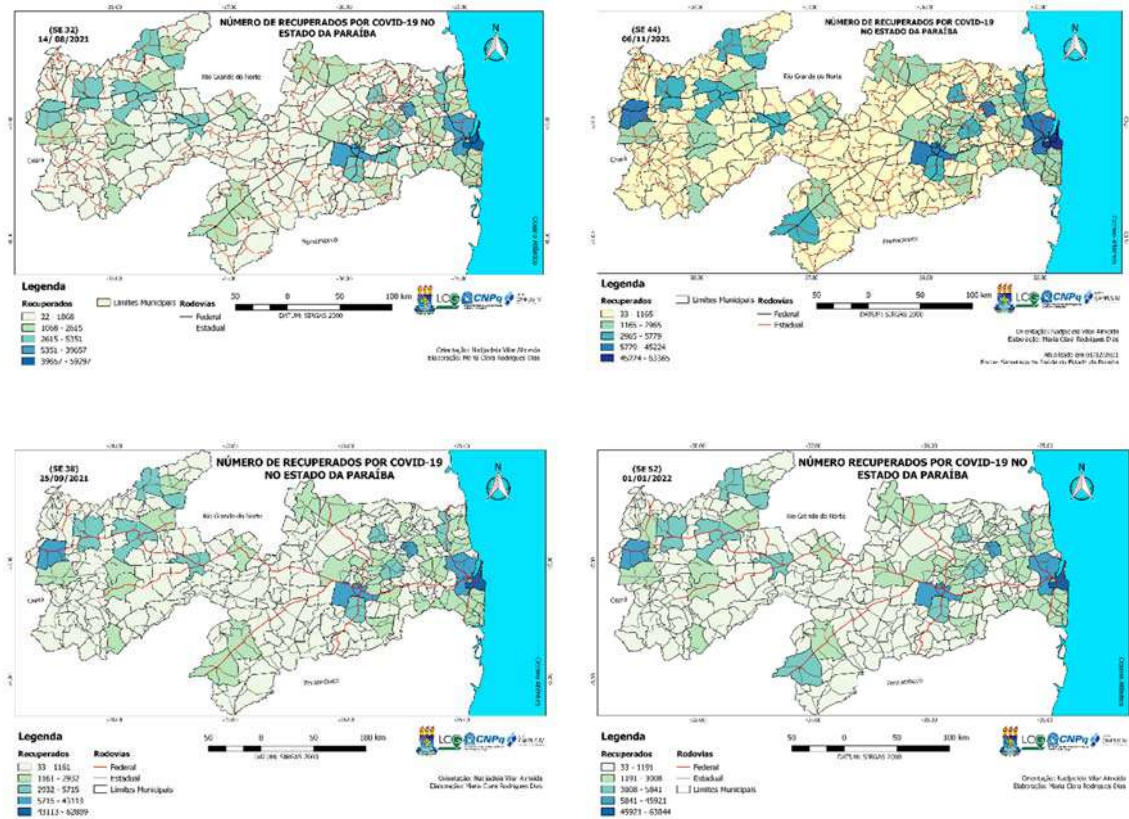
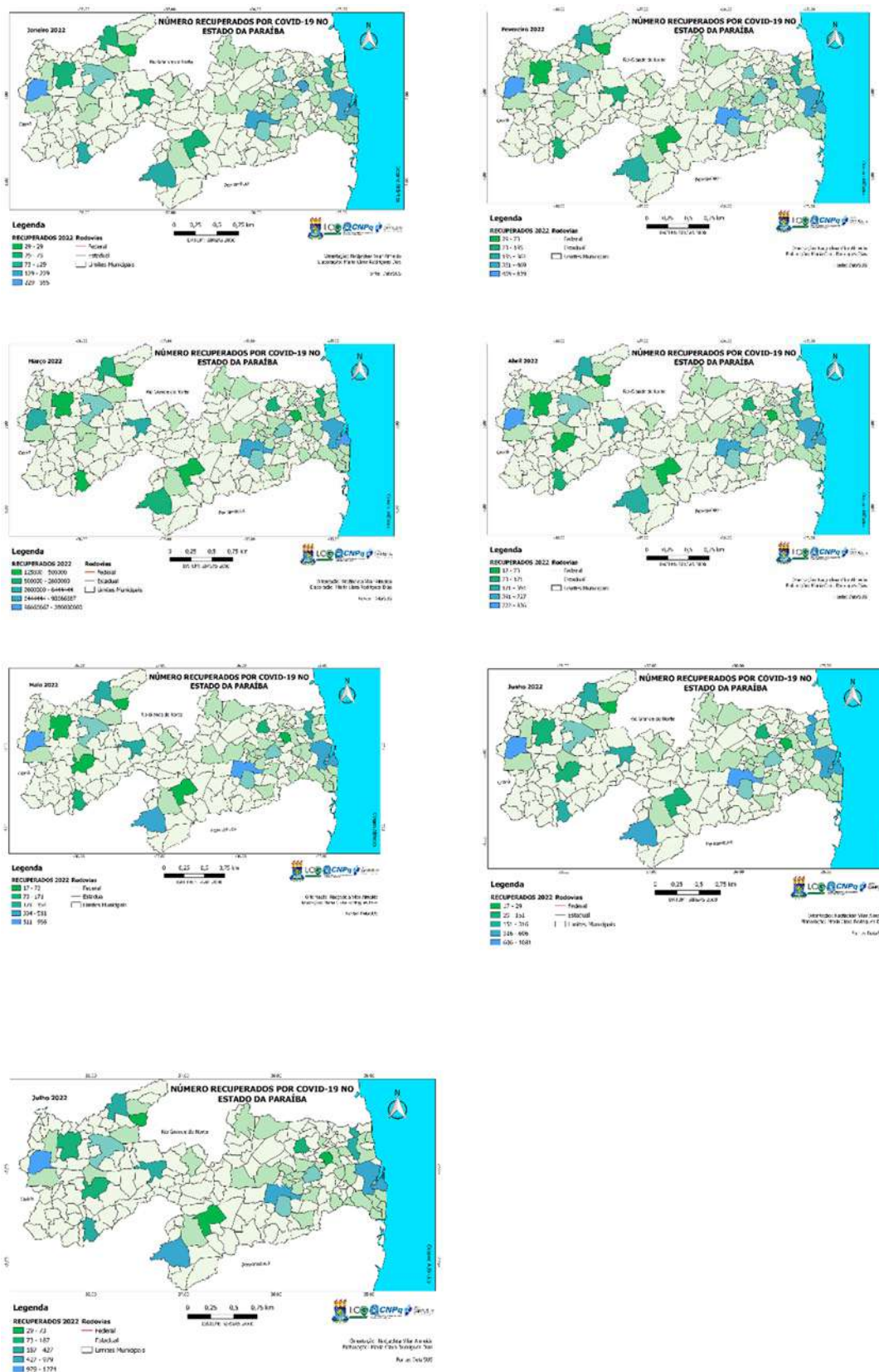


Figura 10 – Número de recuperados por Covid-19, por Semana Epidemiológica- SE32 (14/08/2021) a SE52 (01/01/2022) no estado da Paraíba-PB, Brasil



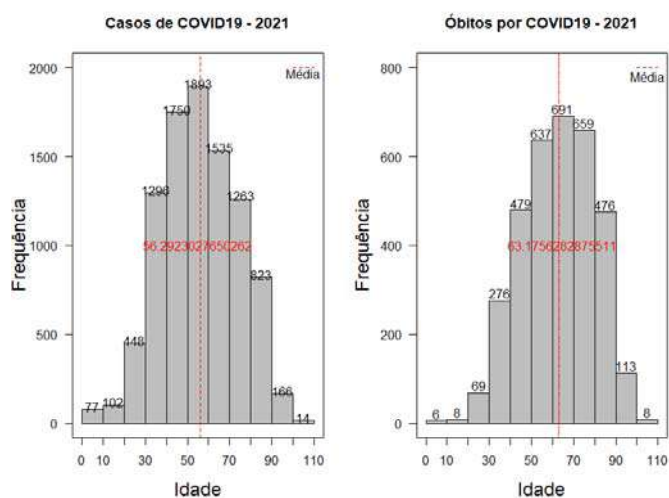
De janeiro a julho, segundo os dados por data de notificação do DataSUS (figura 11), há um grande número de pessoas recuperadas da Covid-19 979 – 1274, concentram-se nas cidades polo (João Pessoa, Campina Grande, Patos, Sousa e Cajazeiras) evidenciados em azul no mapa, e o menor valor 29 -73 nos municípios de Guarabira, Solânea, Serra Branca, e São Bento evidenciados em verde mais intenso no mapa. O que evidencia que os municípios mais populosos (acima de 100mil/hab), da mesma forma que possuem o maior número de casos, também possuem o maior número de recuperados, possivelmente, em decorrência de uma maior eficácia de vacinação, quando comparados à municípios menores, com população inferior a 100mil habitantes.

Figura 11 – Número de recuperados por Covid-19, por data de notificação segundo DataSUS no período de janeiro a julho de 2022 no estado da Paraíba-PB, Brasil



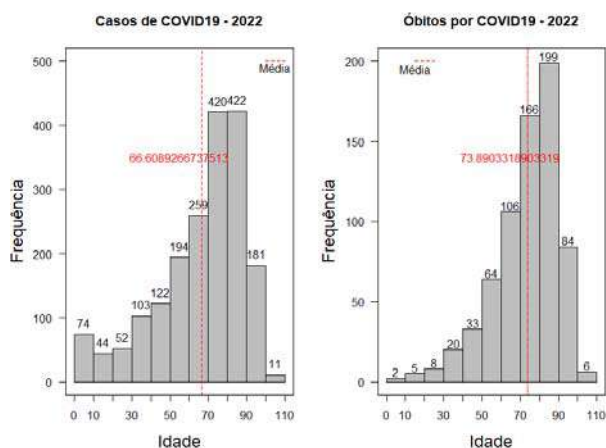
Na análise dos dados de Covid-19 por idade, em 2021 (figura 12), o valor médio da idade é de 56,3 anos. Sendo o maior valor 1.893 (frequência de casos) com faixa etária entre 50 – 60 anos. Em óbitos o valor médio da idade é de 63,17 anos. Sendo o maior valor da taxa de mortalidade 691 na faixa etária entre 60 – 70 anos.

Figura 12 – Histograma dos casos e óbitos confirmados por Covid-19 segundo a taxa de incidência e mortalidade por 100 mil habitantes, no ano de 2021 no estado da Paraíba-PB, Brasil



Em 2022 (figura 13), o valor médio da idade é de 66,6 anos. Sendo o maior valor de casos 422 (frequência de casos) com a faixa etária entre 80 e 90 anos. Para óbitos, o valor médio é de 73,9 anos. Sendo o maior valor 199 óbitos na faixa etária de 80 e 90 anos.

Figura 13 – Histograma dos casos e óbitos confirmados por Covid-19 segundo a taxa de incidência e mortalidade por 100 mil habitantes, no ano de 2022 no estado da Paraíba-PB, Brasil.

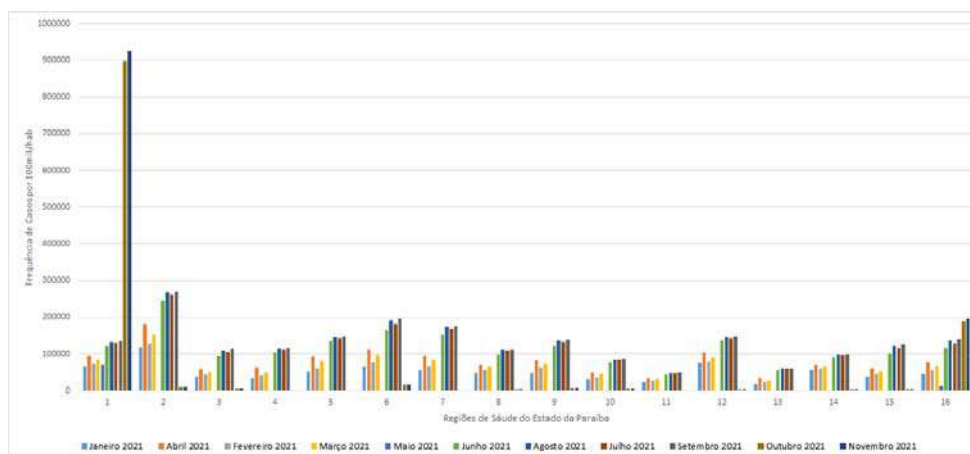


Pode-se inferir com a apresentação dos dois histogramas (2021 e 2022) a importância da classificação das faixas etárias para a vacinação, priorizando principalmente os idosos que tem idade entre 50 a 90 anos. Os dados demonstram também que há uma taxa de mortalidade maior entre os idosos que possuem 80 e 90 anos de idade, sendo este grupo considerado de alto risco de morte.

Os jovens entre 20 a 40 anos se mostram menos suscetíveis a óbitos pela doença de Covid-19. Souza et al. (2020) relatou em seu estudo relativo a reflexões acerca dos diferenciais de mortalidade de hospitalizações por Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG), por sexo e estrutura por idade dos doentes da pandemia de Covid-19 que, “o diferencial por sexo, analisado por meio da razão entre as taxas específicas de mortalidade, é crescente com a idade, sendo o risco de morte dos homens cerca de duas vezes o das mulheres nos grupos 50 a 59 e 70 a 79 anos” (SOUZA et al., 2020, p.77).

No ano de 2021 (figura 14), os maiores valores de casos estão entre a 2ªGRS (Guarabira) acima de 20.000 e a 1ªGRS (João Pessoa) à qual classifica-se com o maior número de casos, 90.000 nos meses de outubro e novembro. Todas as demais GRS encontram-se com o número de casos inferior a 20.000.

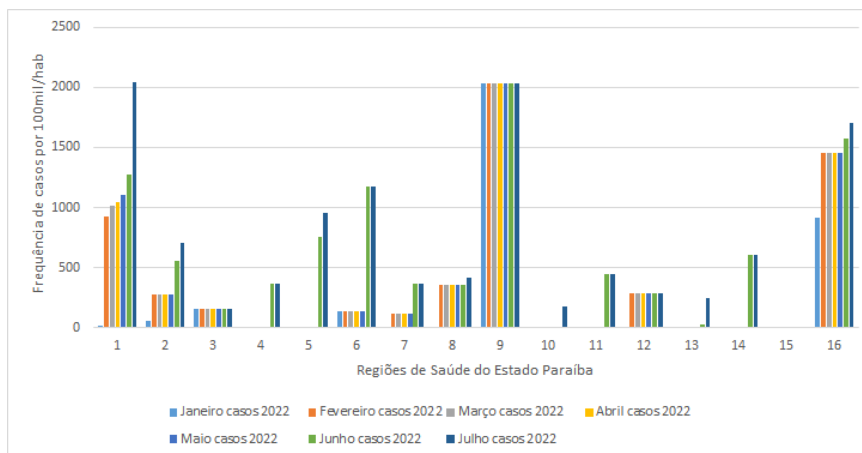
Figura 14 - Casos confirmados por Covid-19 ano de 2021, por Região de Saúde, por 100mil habitantes no estado da Paraíba, Brasil



Em 2022 (figura 15), destacam-se a 1ªGRS (João Pessoa) com 2000, a 9ª (Cajazeiras) com pouco mais de 2000 e a 16ª (Campina Grande) com 1500 casos por 100mil habitantes. Na 1ª regional o maior aumento é no mês de julho, na 9ª regional de

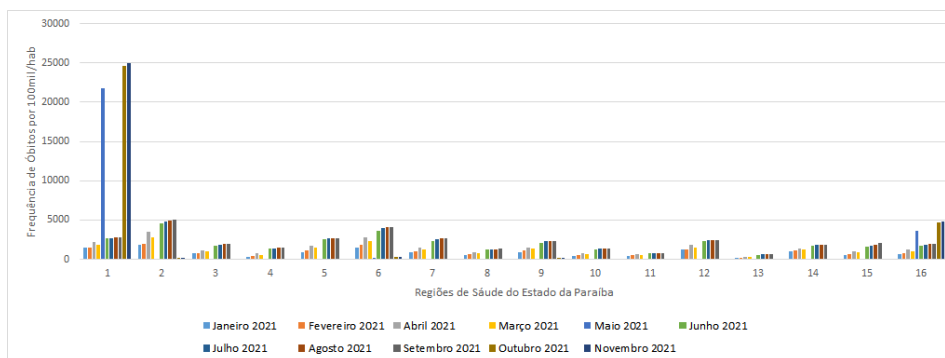
saúde todos os meses apresentam aumento no número de casos e na 16ª aumento principalmente entre junho e julho. As demais regiões de saúde, possuem uma faixa igual ou menor que 1000 casos por 100mil habitantes.

Figura 15 - Casos confirmados por Covid-19 ano de 2022, por Região de Saúde, por 100mil habitantes no estado da Paraíba, Brasil



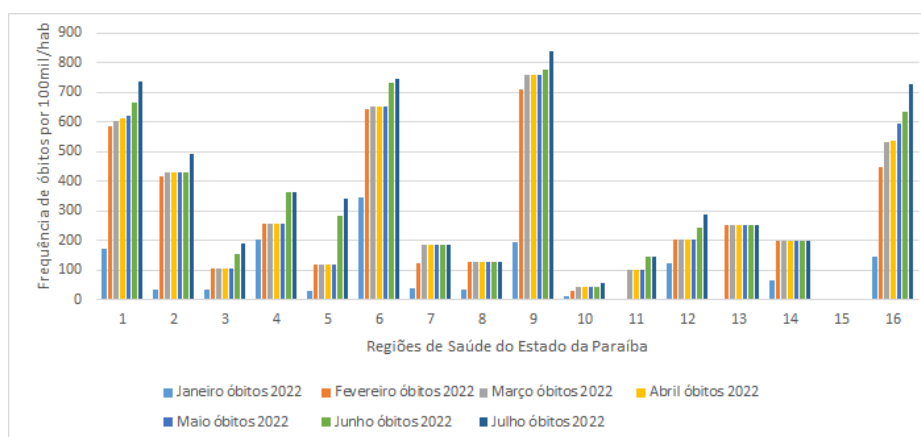
Em 2021, a 1ªGRS possui o maior número de óbitos (figura 16) nos meses de maio, outubro e novembro acima de 20.000 chegando a 25.000 óbitos. As demais gerências regionais de saúde se mantêm com o valor abaixo de 500 óbitos. Destacam-se tanto para casos quanto para óbitos a 1ª (João Pessoa) e 2ªGRS (Guarabira) nos anos de 2020-2021, possivelmente por João Pessoa ser um município polo que oferece uma ampla quantidade de serviços e recursos para os outros municípios, e Guarabira funciona no mesmo jeito para os municípios mais locais numa região mais interiorana do Agreste Paraibano. Em 2021-2022 destacam-se tanto para casos quanto óbitos a 1ª (João Pessoa) e 9ªGRS (Cajazeiras) em decorrência de ambos também atuarem como municípios polos de oferta e demanda de serviços.

Figura 16 - Óbitos confirmados por Covid-19 ano de 2021, por Região de Saúde, por 100mil habitantes no estado da Paraíba, Brasil



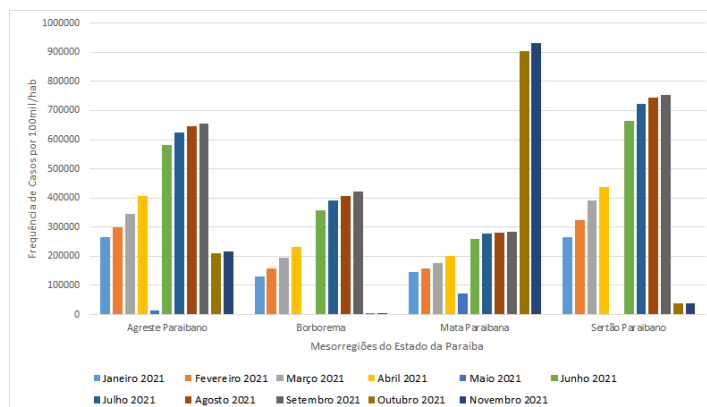
Em 2022 (figura 17), para óbitos a 1ªGRS (João Pessoa) demonstra mais de 700 óbitos principalmente nos meses de junho e julho, a 6ª (Patos) regional também na mesma taxa de mortalidade de acima de 700 óbitos igualmente nos meses de junho e julho, a 9ª(Cajazeiras) com taxa acima de 800 óbitos também nos meses supracitados, e a 16ª(Campina Grande) com taxa um pouco acima de 700 óbitos. As demais regiões de saúde com taxa de mortalidade menor que 500 óbitos por 100mil habitantes.

Figura 17 - Óbitos confirmados por Covid-19 ano de 2022, por Região de Saúde, por 100mil habitantes no estado da Paraíba, Brasil



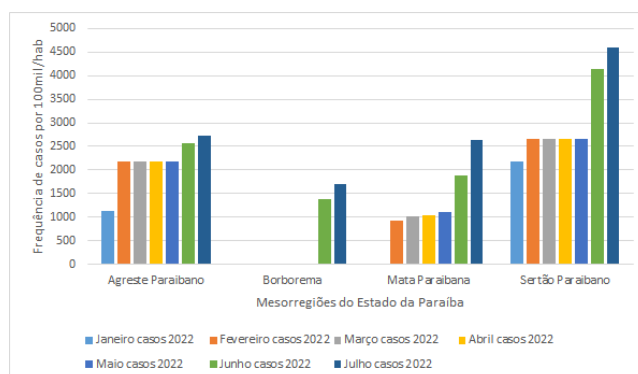
Em 2021 (figura 18), a mesorregião da Mata Paraibana apresenta 90.000 casos nos meses de outubro e novembro, e na mesorregião do Sertão ocorre aumento em agosto e setembro 70000 e uma queda inferior a 10000 casos em Outubro e Novembro.

Figura 18 - casos confirmados por Covid-19 ano de 2021, por Mesorregião, por 100mil habitantes no estado da Paraíba, Brasil



Em 2022 (figura 19), destacam-se a mesorregião do Sertão Paraibano com o maior valor de casos nos meses de junho a julho acima de 4500, também destaca-se o Agreste com aumento em junho e julho com 2500 casos, a Mata Paraibana também obtém destaque para os meses citados, também com 2500 casos, e Borborema só demonstra casos nos meses juninos com 1500 casos. O que corrobora com a distribuição dos mapas de 2022 que demonstra maior número de casos principalmente nas mesorregiões do Sertão Agreste e Zona da Mata. Os meses de junho e julho contribuíram bastante com as festividades juninas com o surgimento de casos de Covid-19.

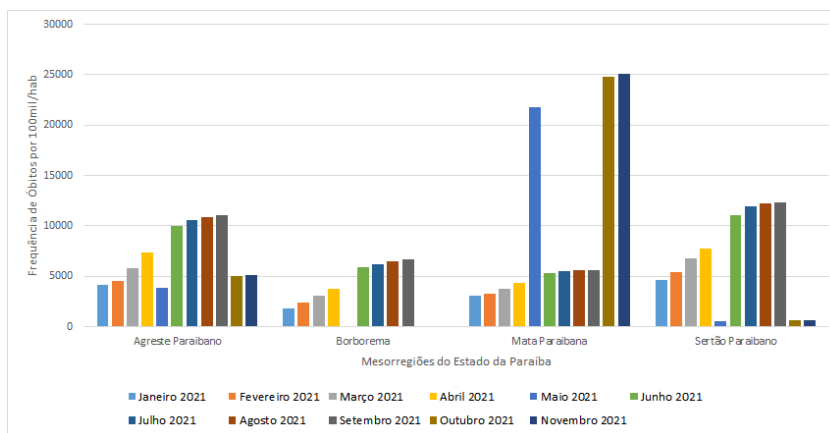
Figura 19 - Casos confirmados por Covid-19 ano de 2022, por Mesorregião, por 100mil habitantes no estado da Paraíba, Brasil



Em 2021 (figura 20), na mesorregião da Mata Paraibana observa-se o número de casos acima de 20.000 chegando a 25.000 nos meses de maio, outubro e novembro. Sertão

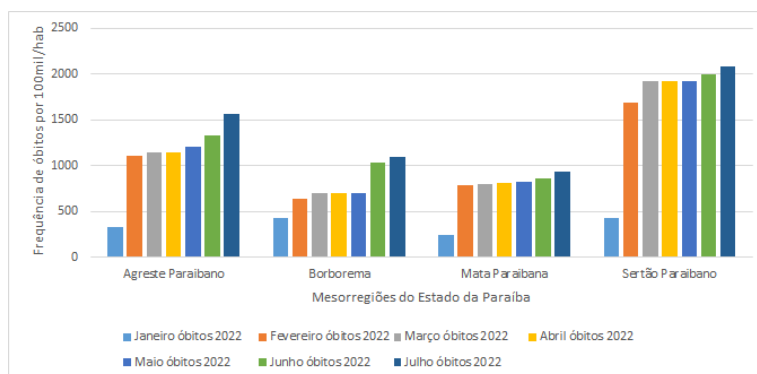
acima de 10000 nos meses de junho, julho, agosto e setembro, onde ocorre uma alta nos óbitos, quando comparado com maio, outubro e novembro, onde observa-se uma queda no número de óbitos. Agreste encontra-se um pouco acima de 10000 óbitos nos meses de junho, julho, agosto e setembro. Borborema se mantém abaixo da média com pouco mais de 5000 óbitos em junho, julho, agosto e setembro.

Figura 20 - Óbitos confirmados por Covid-19 ano de 2021, por Mesorregião, por 100mil habitantes no estado da Paraíba, Brasil



Em 2022 (figura 21), o Sertão aparece com o maior número de óbitos de fevereiro a julho com 2000 óbitos, Agreste também tem um aumento no mesmo padrão de fevereiro a julho com 1500 óbitos. E a menor taxa de mortalidade encontra-se na Mata com menos de 1000 óbitos e na Borborema igual ou menor que 1000 óbitos.

Figura 21 - Óbitos confirmados por Covid-19 ano de 2022, por Mesorregião, por 100mil habitantes no estado da Paraíba, Brasil



CONCLUSÕES

Diante do exposto, é de suma importância o acompanhamento da distribuição espaço-temporal da Covid-19 na expectativa de compreender o comportamento da doença no território paraibano. Ademais, medidas de proteção mais restritivas devem ser levadas em consideração, visto que se trata de um vírus (SARS-CoV-2) com alta capacidade e facilidade de infecção, onde não se pode ter um controle total da disseminação da doença.

A maneira como a população se comporta diante da pandemia de Covid-19 também corrobora para um aumento no número de casos e óbitos. Aglomerações, uso irregular de máscara de proteção, falta de vacinação, fluxo intermunicipal de pessoas são os principais fatores contribuintes para o espalhamento da doença, bem como, as flexibilizações por parte das entidades governamentais.

Foi possível avaliar que, nos primeiros dois anos da pandemia (2020-2021) há uma maior disseminação da doença nos meses de abril a setembro (2020) e janeiro a setembro (2021) por todo território; esse padrão concentra-se nos municípios com população inferior a 100mil/hab; o número de óbitos aumenta nesse período supracitado com influência do aumento no número de casos.

Em 2022, a distribuição espacial já demonstra uma estabilidade de casos nos municípios com população inferior a 100mil/hab. E o aumento passa a ocorrer nos municípios que são polos centrais como por exemplo João Pessoa, Campina Grande, Patos, Sousa e Cajazeiras, também há uma estabilidade no número de óbitos. Porém, espera-se uma diminuição do número de casos e óbitos em função da eficácia da vacinação contra a Covid-19.

A cobertura vacinal tem surtido efeitos, principalmente no que se refere a diminuição, ou, estabilidade no número de óbitos, porém apenas a vacina não é capaz de erradicar a doença, é necessário um conjunto de ações que vão desde a responsabilidade social governamental quanto a própria população. A prioridade das pessoas classificadas como alto risco como os idosos possibilita a tentativa da diminuição de mortes nos grupos onde a faixa etária encontra-se entre 50 – 90anos. Somente cumprindo todas as medidas

de proteção contra a Covid-19, vacinando-se, é que pode-se pensar em um futuro mais amistoso no que se refere a pandemia de Covid-19.

Assim, é de suma importância o uso do Geoprocessamento no âmbito da saúde, pois, através das ferramentas de SIG (Sistemas de Informação Geográfica), pode-se monitorar o espalhamento de doenças epidemiológicas como a Covid-19, no tempo e no espaço. De modo que, possa serem desenvolvidas ações de combate à doença baseado na resposta comportamental do vírus em relação ao território que pode ser observada por meio de técnicas ligadas à geotecnologia.

Perspectivas

O desenvolvimento desta pesquisa proporcionou o fomento e a importância dos estudos ecológicos em epidemiologia. Principalmente, porque o início deste trabalho se deu durante um período pandêmico, inicialmente de forma remota, através de reuniões online, foi possível desenvolver e aprofundar a temática abordada.

Somando os conhecimentos da área da saúde e do Geoprocessamento de dados geográficos, disponibilizando para toda a população através de mapas temáticos, de fácil leitura e interpretação, divulgados na rede social (instagram) do Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento (LCG/UFPB). Possibilitando assim, o acesso da população e de toda comunidade acadêmica à informações referentes ao número de casos ativos, acumulados, recuperados e óbitos da Covid-19, analisados sobre outras variáveis como população, regiões de saúde, mesorregião e idade.

REFERÊNCIAS

BOÉCHAT, N. e SILVA, J. R. L. Pneumonia Asiática ou SRAG, síndrome respiratória aguda grave. Revista Pulmão RJ 12(1): p.30-35, 2003. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-714086>. Acesso em: 17 Mar. 2023.

Brasil, Governo Federal. SINAN- Sistema de Informação de Agravos de Notificação. Disponível em: <http://portalsinan.saude.gov.br/> Acesso em: 25 Mar. 2022.

Brasil, Ministério da Saúde. DataSus. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/> Acesso em: 25 Mar. 2022.

Brasil, Ministério da Saúde. Ministério da Saúde Declara Transmissão Comunitária Nacional. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2020/marco/ministerio-da-saude-declara-transmissao-comunitaria-nacional#:~:text=O%20Minist%C3%A9rio%20da%20Sa%C3%BAde%20declarou,se%20unir%20contra%20o%20v%C3%ADrus>. Acesso em: 25 Mar. 2022.

Brasil, Ministério da Saúde. Primeiro caso de Covid-19 no Brasil permanece sendo o de 26 de fevereiro. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2020/julho/primeiro-caso-de-covid-19-no-brasil-permanecendo-o-de-26-de-fevereiro> Acesso em: 25 Mar. 2022.

Brasil, Ministério da Saúde. Vacinação. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/vacinacao/> Acesso em: 25 Mar. 2022.

COMITÊ CIENTÍFICO DO CONSÓRCIO NORDESTE, Boletins. Disponível em: <https://www.comitecientifico-ne.com.br/c4ne/boletins> Acesso em 25 Mar. 2022.

COSTA, E. O.; TAVARES, M. O.; OLIVEIRA, C. M. A covid-19 na Paraíba: Análise epidemiológica e social. Revista Diálogos em Saúde, v. 3, n. 2, Jul/Dez 2020 ISSN: 2596-206x. Disponível em: [https://periodicos.iesp.edu.br/index.php/dialogosemsaude/article/view/385/298%20\(salvo%20na%20pasta\)](https://periodicos.iesp.edu.br/index.php/dialogosemsaude/article/view/385/298%20(salvo%20na%20pasta)) Acesso em: 25 Mar. 2022.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – Rodovias Federais e Estaduais. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br> Acesso em: 25. Mar. 2022.

DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. (eds) "Análise Espacial de Dados Geográficos". Brasília, EMBRAPA, 2004 (ISBN: 85-7383-260-6). Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/index.html> Acesso em: 19 Mar. 2021

FILHO, A. S. V.; BIANCHETTI, B. M.; PEIXER, C. M.; CORDÓN, M. S.; ROCHA, M. O. F.; VASCONCELOS, V. C. R.; Vacinas para COVID-19: Uma revisão de literatura. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.8, n.1, p.1880-1901 jan. 2022 ISSN: 2525-8761. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/42433> Acesso em: 25 Mar. 2022.

GEO PORTAL AESA, Shapefile. Disponível em: <http://geoserver.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/shapes.html> Acesso em: 25 Mar. 2022.

GONÇALVES S. L.; RANDOW, R.; CRISTINA L. S., P. Reflexões em tempos de COVID-19: diferenciais por sexo e idade. Comunicação em Ciências da Saúde, [S. l.], v. 31, n. Suppl1, p. 75–83, 2020. DOI: 10.51723/ccs.v31iSuppl.1.672. Disponível em: <https://revistaccs.escs.edu.br/index.php/comunicacaoemcienciasdasaude/article/view/672>. Acesso em: 20 ago. 2022.

GOVERNO DA PARAÍBA. Plano novo normal PB. Disponível em: <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/saude/coronavirus/novonormalpb> Acesso em: 31 Ago. 2022.

HERCULANO, S. O mapa fantasma – como a luta de dois homens contra cólera mudou o destino de duas metrópoles. *Revista Ambiente & Sociedade*, Campinas, v.XIII, n.2, p. 429-431, jul-dez de 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/KGkgdDDFtTSQw6jzQ4cb6bn/?lang=pt> Acesso em: 16 mar de 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – cidades e estados. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/panorama> Acesso em: 25 Mar. 2022.

LIMA, E. J. F.; ALMEIDA, A. M.; KFOURI, R. A. Vacinas para COVID-19 – o estado da arte. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil* [online]. 2021, v. 21, n. Suppl 1 [Acessado 25 Março 2022] , pp. 13-19. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9304202100S100002>>. Epub 24 Fev 2021. ISSN 1806-9304. <https://doi.org/10.1590/1806-9304202100S100002>.

LIMA, M. A.; RODRIGUES, R. de S. .; DELDUQUE, M. C. Vacinação contra a Covid-19: avanços no setor da saúde no Brasil. *Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário*, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 48–63, 2022. DOI: 10.17566/ciads.v11i1.846. Disponível em: <https://www.cadernos.prodisa.fiocruz.br/index.php/cadernos/article/view/846>. Acesso em: 31 ago. 2022

MICHELON, C. M. Principais Variantes do SARS-COV-2 notificadas no Brasil. *RBAC*. 2021;53(2):109-116. Disponível em: <https://www.rbac.org.br/artigos/principais-variantes-do-sars-cov-2-notificadas-no-brasil/> Acesso em: 25 Mar. 2022.

NOGUEIRA, J. V. D. e SILVA, C. M. Conhecendo a Origem do SARS-COV-2 (COVID-19). *Revista Saúde e Meio Ambiente – RESMA*, Três Lagoas, v.11, n. 2, p. 115-124, agosto/dezembro. 2020. ISSN: 2447-882. Disponível em: <https://desafioonline.ufms.br/index.php/sameamb/article/view/10321> Acesso em: 25 Mar. 2022.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, Histórico da pandemia de Covid-19. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19#:~:text=Em%2031%20de%20dezembro%20de,identificada%20antes%20em%20seres%20humanos>. Acesso em: 16 Mar. 2023

PADHAN, R.; K. P. PRABHEESH R. The economics of COVID-19 pandemic: A survey, *Economic Analysis and Policy*, Volume 70, 2021, p. 220-237, ISSN 0313-5926, <https://doi.org/10.1016/j.eap.2021.02.012>. Disponível em: (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0313592621000321>) Acesso em: 20 ago. 2022.

Paraíba, Governo do Estado. Dados epidemiológicos Covid-19. Disponível em: <https://superset.plataformatarget.com.br/superset/dashboard/55/> Acesso em 25 Mar. 2022.

Paraíba, Governo do Estado. Diário Oficial N°17.081. Disponível em: <https://auniao.pb.gov.br/servicos/arquivo-digital/doe/janeiro/marco/diario-oficial-21-03-2020.pdf> Acesso em 25 Mar. 2022.

Paraíba, Governo do Estado. Diário Oficial Nº17.224. Disponível em:
<https://auniao.pb.gov.br/servicos/arquivo-digital/doi/janeiro/outubro/diario-oficial-20-10-2020-1.pdf>/ Acesso em 31 Ago. 2022.

Paraíba, Governo do Estado. Legislação Covid-19. Disponível em:
<https://paraiba.pb.gov.br/diretas/saude/coronavirus/legislacao-covid-19> Acesso em:
25 Mar. 2022.

PARAÍBA, Governo do Estado. Painel de Vacinação. Disponível em:
<https://paraiba.pb.gov.br/diretas/saude/coronavirus/painel-de-vacinacao> Acesso em:
25 Mar. 2022.

SANTOS, A. E.; RODRIGUES A. L.; LOPES, D. L. Aplicações de Estimadores Bayesianos Empíricos para Análise Espacial de Taxas de Mortalidade. INPE – Instituto de Pesquisas Espaciais. Disponível em:
http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser301/referencias/TaxasBayesianasAplic_AlunosLEST E.pdf Acesso em: 25 Mar. 2022.

SANTOS, F. A. e VIEIRA, L. Covid-19: Flexibilização do uso de máscaras em áreas abertas – atualização. Subsecretaria de Saúde Gerência de Informações Estratégicas em Saúde CONECTA-SUS. p 1-8, 2022. Disponível em:
<https://docs.bvsalud.org/biblioref/2022/03/1361499/covid-19-flexibilizacao-do-uso-de-mascaras.pdf> Acesso em 31 Ago. 2022.

SILVA, C. M. R.; SILVA, E. M.; MIRANDA, L. I. B. Regiões metropolitanas da Paraíba: caracterização, implantação e processos de gestão. Revista Oculum Ensaios, Campinas, 15 (1), p.129-148, Janeiro/Abril2018. Disponível em:
<https://www.observatoriodasmetropoles.net.br/regioes-metropolitanas-da-paraiba-caracterizacao-implantacao-e-processos-de-gestao/> Acesso em: 25 Mar. 2022.

SOUZA, A. S. R. et al. General aspects of the COVID-19 pandemic. Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil [online]. 2021, v. 21, n. Suppl 1 [Acessado 25 Março 2022] , pp. 29-45. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9304202100S100003>>. Epub 24 Fev 2021. ISSN 1806-9304. <https://doi.org/10.1590/1806-9304202100S100003>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, Statement on the second meeting of the International Health Regulations (2005) Emergency Committee regarding the outbreak of novel coronavirus (2019-nCoV). Disponível em: [https://www.who.int/news/item/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-\(2005\)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)](https://www.who.int/news/item/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-(2005)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-(2019-ncov)) Acesso em: 16 Mar. 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, Who issues a global alert about cases of atypical pneumonia. Disponível em:
<https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2003/pr22/en/> Acesso em: 16 Mar. 2023.

COMPUTAÇÃO PLUGADA PIXEL: PROJETO, DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE APLICATIVO PARA APOIAR O ENSINO DA CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO RELATIVO A REPRESENTAÇÃO DE IMAGENS

Sabrina Gonçalves de Almeida¹ Marcos Vinícius Ferreira² Emanuel da Silva Medeiros²
Matheus Barbosa de Oliveira² Ayla Débora Dantas De Souza Rebouças³

RESUMO

Diversos autores discutem os benefícios de ensinar Pensamento Computacional para estudantes em diferentes idades, dando ênfase ao desenvolvimento de habilidades que auxiliam na resolução de problemas e aprimoram o raciocínio lógico. O presente capítulo abordará um registro das alterações no *design* do Aplicativo Computação Plugada Pixel, que baseia-se na atividade “Colorindo com Números - Representação de Imagens” do livro Computação Desplugada de Bell et al. (2011), atividade que ensina sobre pixels, representação de imagens e visa desenvolver o Pensamento Computacional no estudante. Após as implementações do novo *design*, ocorreram oficinas para testar o aplicativo, visando encontrar defeitos (*bugs*) e coletar opiniões de usuários com o objetivo de deixar o aplicativo mais agradável, lúdico e correto. A pesquisa realizada utilizou a metodologia da *Design Science Research* e por meio da análise de avaliações feitas, concluiu-se que o aplicativo Pixel tem sido bem aceito pelos estudantes e que despertava o interesse do aluno.

Palavras-chave: Computação Plugada. Pensamento Computacional. Educação em Computação.

1 sabrina.goncalves@dcx.ufpb.br

2 marcos.ferreira@dcx.ufpb.br, emanuelmsilva83@gmail.com, maatheusb96@gmail.com (colaboradores)

3 ayla@dcx.ufpb.br (orientadora), Projeto Computação Plugada: Projeto, Desenvolvimento e Avaliação de Aplicativos para Apoiar o Ensino da Ciência da Computação/ Computação Plugada Pixel: Projeto, Desenvolvimento e Avaliação de Aplicativo para Apoiar o Ensino da Ciência da Computação relativo à Representação de Imagens, (83) 3291-4500 / 3291-4501, computacaoplugada@dcx.ufpb.br.

APRESENTAÇÃO

O presente capítulo está embasado no trabalho de pesquisa de mesmo título, referente ao Projeto Computação Plugada, que vem sendo desenvolvido no Departamento de Ciências Exatas (DCX), que faz parte do CCAE/UFPB. Este trabalho, em particular, buscou documentar as alterações no aplicativo Computação Plugada Pixel e apresentar as avaliações feitas por usuários antes e após as mudanças em seu *design*.

A tecnologia tem uma forte influência sobre a sociedade, por meio de diferentes recursos como redes sociais, sites ou videoconferências, por exemplo. Graças à tecnologia, muitas empresas e escolas seguiram suas atividades de forma remota em tempos difíceis. Com isso, pode-se afirmar que o mundo acabou por moldar aspectos culturais, a partir da tecnologia, gerando conhecimentos totalmente novos em áreas diversas, como a pedagogia. Em meio à transformação da nova era digital, métodos usados no ensino há 10 anos, perderam eficácia para novas gerações, que buscam conteúdos mais dinâmicos. Este aspecto exige que novas estratégias de ensino sejam aplicadas. Também se faz necessário que novos métodos de ensino sejam testados e estejam em constante aprimoramento, visando adequar-se ao meio histórico, social e cultural em que se encontram.

Uma forte demanda que tem surgido para a educação é o desenvolvimento do Pensamento Computacional (PC) (WING, 2006) como um conjunto de competências e habilidades necessárias para qualquer pessoa, não só para quem é da área de Ciência da Computação. Diferentes pesquisadores desta área defendem os benefícios que o Pensamento Computacional pode proporcionar às pessoas na resolução de problemas, tanto em problemas complexos, quanto em pequenas ocorrências diárias, podendo ser útil para as variadas atividades.

Buscando desenvolver o PC, diferentes atividades vêm sendo aplicadas em escolas, para estudantes de vários níveis escolares. O principal objetivo do projeto Computação Plugada, em que se insere este trabalho, é criar e aprimorar aplicativos para apoiar o ensino de Ciências da Computação. Estes aplicativos têm sido construídos com base nas atividades do livro de Bell et al. (2011), que são atividades de Computação Desplugada, ou seja, atividades que visam ensinar computação mesmo sem computadores. Os aplicativos possibilitam o ensino de computação em sala de aula, por meio de um dispositivo móvel, “plugando” as atividades e considerando que nos dias atuais crianças e

adolescentes têm facilidade em entreter-se com uso de tecnologia. A ideia dos aplicativos que vêm sendo desenvolvidos é, tornar o desenvolvimento do Pensamento Computacional dinâmico para o aluno e atrativo, além de facilitar para o professor a aplicação de atividades relacionadas.

O aplicativo Computação Plugada Pixel, foco principal deste trabalho, possui diversas atividades interativas, distribuídas em quatro fases. Os exercícios têm o intuito de ensinar acerca de pixels e representação de imagens, também contando com textos informativos sobre o tema e mensagens de estímulo ao concluir cada fase (FIGUEIREDO et al., 2021).

O aplicativo tem-se mostrado uma ferramenta que facilita acesso ao conteúdo, ajuda na aplicação de atividades, dependendo da abordagem de ensino seguida e que envolve os alunos, podendo ser usado no ensino virtual ou presencial. Para isso, ao propor as atividades, o professor pode estimular os alunos a empenharem-se em resolver problemas enquanto se divertem. Além disso, apoia também na preparação do professor para ensinar Pensamento Computacional, considerada uma habilidade necessária e que pode viabilizar uma educação mais inclusiva (OLIVEIRA, BARRETO e VIANA; 2021). Sendo importante pesquisar o artefato junto a seu público-alvo de maneira eficiente, enxergando os usuários como *praticantespensantes* (PIMENTEL, 2017), foi usado o método de pesquisa *Design Science Research*, explanado de forma clara no trabalho de Pimentel, Filippo e Santoro (2018). Por meio desse método buscou-se construir uma solução para o problema do ensino de conceitos da computação e continuamente melhorá-la, especialmente considerando a experiência do usuário.

Considerando o que foi apresentado, este artigo busca documentar o processo de aplicação de melhorias no aplicativo Computação Plugada Pixel, com a implementação de um novo *design* e de sugestões feitas por usuários e profissionais de áreas de ensino e tecnologia e também avaliar o aplicativo. A ideia geral era aperfeiçoar o aplicativo e deixá-lo mais intuitivo e divertido, pois atividades lúdicas ajudam o aluno a aprender rapidamente (OLIVEIRA et al., 2021), com foco na aplicação por professores em sala, seja presencial ou remota.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O conceito de *Computational thinking (CT)*, ou Pensamento Computacional (PC) em português, é algo que vem nos últimos anos ganhando muito destaque na área de computação, tendo sido possivelmente utilizado pela primeira vez no livro de Seymour Papert de 1980 (BULL, GAROFALO e HGUYEN, 2020). Ao usar este termo, Papert teve por objetivo referir-se a um conjunto de habilidades comuns a todos os cientistas da computação. Vale ressaltar que os conceitos do PC foram utilizados em diversos outros trabalhos, mas somente no livro de Papert o termo *Computational thinking* foi utilizado pela primeira vez.

Este termo ganhou destaque na comunidade científica após ser apresentado por Jeannette Wing em seu artigo *Computational thinking* de 2006. Neste artigo, Wing trata sobre pensamento computacional como sendo um conjunto de habilidades que todos deveriam ter, não apenas cientistas da computação (WING, 2006). A autora também diz que pensamento computacional é a capacidade de abstrair problemas e decompô-los em problemas menores para facilitar a descoberta de uma solução. A autora também abordou em um artigo futuro como tais aptidões seriam benéficas para a sociedade (WING, 2014).

Como Pensamento Computacional é, de certa forma, uma novidade na área da computação, ainda existem diversas discussões acerca de quais habilidades o PC abrange. As mais comuns foram discutidas por Brackmann (2017) e entram em concordância com a definição do ISTE (*International Society for Technology in Education*)⁴, sendo elas: decomposição de problemas, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos, denominados de pilares do Pensamento Computacional.

Devido aos benefícios advindos do desenvolvimento de tais habilidades. Uma das iniciativas nesse sentido vem sendo conduzida pela equipe do projeto de pesquisa *CS Unplugged*⁵, que disponibiliza diversas atividades com o fim de ensinar Ciência da Computação para crianças e jovens em idade escolar. O projeto tem um site que disponibiliza material gratuito para aulas, um livro contendo várias atividades do projeto

4 <https://www.iste.org/areas-of-focus/computational-thinking-in-the-classroom>

5 <https://www.csunplugged.org/en/>

em inglês e com diversas traduções, incluindo uma em português feita em 2011 (BELL; WITTEN, FELLOWS, 2011), sendo esta versão a que foi utilizada neste trabalho.

O *CS Unplugged* também detém um canal com vídeos para auxiliar professores na execução das atividades em sala de aula, entre outras redes sociais para apresentar o projeto e todos os pesquisadores envolvidos. Há também algumas páginas para apoiar quem deseja ministrar aulas *online*, especificamente para o uso de professores e também atividades gratuitas, interativas e *online*. O objetivo principal do projeto de pesquisa é trazer exercícios que possam ser feitos sem o acesso de um computador, visto que muitas escolas não têm computadores à disposição dos alunos nas aulas. Sendo assim, essas práticas são levadas para a sala de aula, divertindo e ensinando os alunos no processo.

O projeto de Pesquisa Computação Plugada tem como objetivo tornar a aplicação destas atividades da computação desplugada mais fácil, dinâmica e lúdica, tanto para alunos como para professores, trazendo estas práticas do mundo físico de volta para o digital, “plugando” as atividades. Considera-se no projeto que, nos dias atuais, vários estudantes e mestres têm a sua disposição um aparelho celular ou tablet e que com aplicativos para as atividades o professor teria menos esforço para preparação da aula e organização do conteúdo. Cada aplicativo já vem com conteúdo organizado e atividades para exercício do conhecimento totalmente interativas.

No livro de Bell, Witten e Fellows (2011) há diversas atividades, como a atividade "Colorindo com Números—Representação de Imagens". Esta atividade tem por objetivo ensinar os estudantes como os computadores representam e guardam imagens, visto que estes utilizam apenas números (BELL; WITTEN; FELLOWS, 2011). Na atividade é explicado o que é um *fac-símile* (fax), o que um fax é capaz de fazer e também é ensinado o conceito de pixel. O aluno receberá uma folha com uma grade quadriculada e será convidado a atuar como o fax na operação de impressão de pixels. Para isso, o estudante deverá acompanhar uma sequência de números correspondente à linha da grade de pixels e pintar um ou mais quadradinhos de preto sempre que a ordem da sequência exigir, sendo esta sequência sempre iniciada pelo número de pixels brancos e depois de pretos, dando continuação ao processo até completar a linha. Esta atividade trabalha a compreensão do aluno de sequências numéricas, contagem, algoritmos de compressão, entre outros.

O app Computação Plugada Pixel é um programa que usa como recurso diversas tecnologias criadas para facilitar a produção de um aplicativo, e como tal é recomendado que seja revisado, atualizado e otimizado periodicamente, para que se mantenha compatível com as novas tecnologias e possa ter um desempenho alto durante o uso, além de ter uma interface que possa ser melhorada continuamente. Sendo assim, o projeto Computação Plugada vem evoluindo, de forma contínua, seus aplicativos por meio de avaliações de usuários e consertando defeitos (*bugs*) que a aplicação apresenta em alguns aparelhos.

Vários trabalhos do projeto trazem estas avaliações e dados importantes para seguir com melhorias e auxiliar na criação de novos aplicativos, como o trabalho de conclusão de curso de Oliveira (2019), os artigos Oliveira, Dantas e Neto (2019) e de Oliveira e Souza Rebouças (2021). Estes trabalhos trouxeram avaliações referentes ao aplicativo Computação Plugada Binários, criado inicialmente com auxílio do *Android Studio*⁶, desenvolvido com a linguagem JAVA⁷ e utilizando o banco de dados nativo do Android, SQLite⁸. No trabalho de Oliveira (2019), por meio de questionários, professores e alunos entregaram suas avaliações enquanto usuários, foi disponibilizado um formulário para os pedagogos, dos quais 75% concordaram que o aplicativo facilitava a aplicação da atividade em sala, e outro para os estudantes, dentre os quais 19 de 21, considerou a experiência algo positivo.

Posteriormente, houve a adaptação do aplicativo para o público infantil, documentado por Neto (2019) em seu trabalho de conclusão de curso, adaptando o aplicativo para um público-alvo de crianças entre 7-9 anos de idade, por meio de avaliações do primeiro aplicativo e coleta de dados acerca de heurísticas de aplicativos educativos voltados ao público infantil. Foram usadas as mesmas ferramentas de avaliação utilizadas em Oliveira (2019), sendo avaliado também por usuários pedagogos.

No trabalho de Figueiredo et al. (2021) foi apresentado o aplicativo Computação Plugada Pixel, ainda em fase de testes, com seu *design* antigo, desenvolvido a partir do aplicativo com foco em binários.

6 Download Android Studio and SDK tools" <https://developer.android.com/studio/?hl=pt-br>. Acesso em 11 mar. 2023.

7 "java.com: JAVA + Você." https://www.java.com/pt_BR/. Acesso em 11 mar. 2023.

8 "SQLite." <https://www.sqlite.org/>. Acesso em 11 mar. 2023.

Em seu trabalho de conclusão de curso, Silva (2021) tratou sobre a evolução do aplicativo pixel e suas primeiras avaliações, trazendo uma explanação mais completa sobre o desenvolvimento e implementação de melhorias no aplicativo Pixel. O presente trabalho é uma continuação do trabalho de Silva (2021).

Por fim, o trabalho de conclusão de curso de Veiga (2021), apresentou o aplicativo Computação Plugada Ordenação, que busca ensinar sobre algoritmos de ordenação para seus usuários, crianças maiores de 7 anos e jovens, tomando por base mais uma atividade do livro Bell, Witten e Fellows (2011) na qual são discutidos os algoritmos de *Quick Sort* e *Insertion Sort*.

METODOLOGIA

Este trabalho teve seus procedimentos metodológicos baseados no método da *Design Science Research*, que auxilia cientistas da computação e outros pesquisadores em áreas como a TI, a gerar um artefato como produto final de pesquisas científicas, podendo ser, como no caso desta pesquisa, uma nova versão de um aplicativo educacional. Desta forma, os estudos foram voltados para implementar melhorias, analisar as experiências de professores e alunos que testaram o aplicativo, avaliar e acrescentar sugestões de usuários.

Num primeiro momento, os alunos envolvidos com a pesquisa tiveram um período de adaptação e estudo das tecnologias utilizadas no projeto. Foi realizada também a fase de revisão da literatura. Esta etapa tinha o objetivo de encontrar trabalhos e experiências semelhantes que utilizassem atividades para ensinar Ciência da Computação. Foram encontrados diversos trabalhos com tais características, sendo selecionados trabalhos com maior relação com o projeto. As principais palavras-chave utilizadas para chegar a estes trabalhos foram: Pensamento Computacional, Computação Desplugada, Educação e Tecnologia. Para selecionar os principais trabalhos, o termo de prioridade escolhido foi Pensamento Computacional, com preferência por aplicações de atividades de Computação Desplugada do livro de Bell, Witten e Fellows (2011).

Após adquirido certo conhecimento sobre as tecnologias, foi iniciada a análise do código, com o principal objetivo de alterar pequenas características, como cores e fontes.

Logo após atingir certo grau de segurança acerca dos conhecimentos necessários, alterações mais relevantes foram gradativamente ocorrendo, como acréscimo de telas, componentes e funcionalidades. Foram feitas também mudanças na disposição de tais componentes e todas estas alterações eram feitas através da criação de ramificações do código original do projeto (*branches* do GitHub) relativas a requisições de melhoria (*issues*). Logo após, era feita a solicitação de incorporação das mudanças ao projeto principal (*pull request*), e o código era avaliado por um veterano experiente do projeto.

Durante todo este processo, foram feitas reuniões, algumas das quais realizadas com o *designer* responsável pelos novos elementos gráficos usados no aplicativo. Também houve reuniões semanais, apenas com os participantes do projeto, para monitorar o desempenho da pesquisa e trabalho de desenvolvimento das alterações, com novos objetivos semanais sendo declarados a cada encontro e reuniões com os veteranos, estudantes muito dedicados que ajudaram a esclarecer dúvidas do código. Além disso, auxiliaram na correção de *bugs* e ainda avaliaram o progresso geral. As reuniões foram feitas de modo virtual, devido ao período pandêmico. Em certo ponto do trabalho, novas ferramentas de monitoramento do desempenho foram testadas, como o Trello, para organizar datas de entrega e atribuições de tarefas de cada membro da equipe.

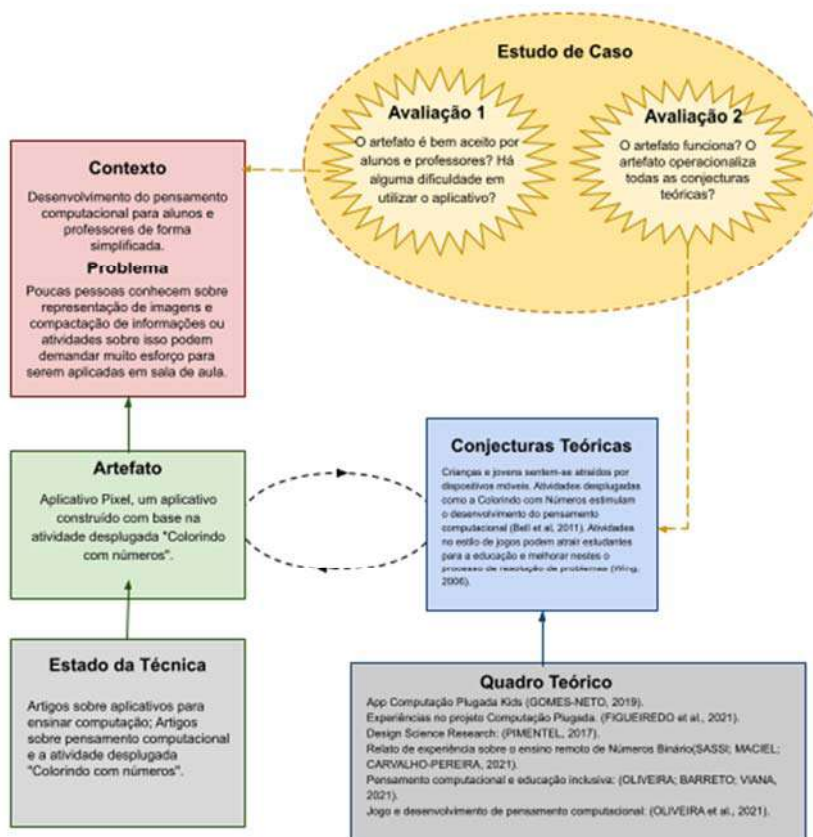
A coleta de dados ocorreu por meio de questionários e levantamentos, criados com auxílio do Google Formulários. As avaliações foram feitas, principalmente, por alunos de graduação da faculdade e estudantes que participaram de oficinas ofertadas pelo projeto com a apresentação do projeto e uso dos aplicativos. Notou-se muita empolgação nos estudantes ao utilizarem uma atividade lúdica com uso de tablets para aprender o conteúdo do aplicativo e praticar os conhecimentos.

Os questionários apresentavam questões de cunho qualitativo e quantitativo. Logo, foi utilizado multi-método para ter avaliações com dados mais claros e quando necessário, foi pedida uma descrição da opinião do usuário em questão, visando identificar melhorias, registrar o nível de aprendizado dos estudantes, coletar sugestões, identificar o quanto gostaram do aplicativo e de seu *design*, se acharam o conteúdo de fácil compreensão, idade, contato, entre outros.

No trabalho de Pimentel, Filippo e Santoro (2018), há um aprofundamento do conteúdo *Design Science Research*. Com base neste trabalho foi construída a Figura 1,

apresentada a seguir, e que apresenta um mapa da abordagem deste método de pesquisa neste trabalho seguindo a forma de apresentação proposta por estes autores.

Figura 1 - Mapa da abordagem *Design Science Research* nesta pesquisa.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Pimentel, Fillipo e Santoro (2018)

Dentro deste tipo de pesquisa, encontra-se uma estrutura lógica para a realização da pesquisa, distribuída de modo: Contexto, Problema, Artefato, Avaliações. No caso desta pesquisa foram identificadas 2 avaliações, ambas declaradas como estudos de caso. Há ainda a definição de Conjecturas teóricas, Quadro teórico e Estado da técnica.

A seguir são apresentados os textos presentes no mapa, para uma melhor visualização:

- **Contexto:** Desenvolvimento do pensamento computacional para alunos e professores de forma simplificada.

- **Problema:** Poucas pessoas conhecem sobre representação de imagens e compactação de informações ou atividades sobre isso podem demandar muito esforço para serem aplicadas em sala de aula.
- **Artefato:** Aplicativo Pixel, um aplicativo construído com base na atividade desplugada "Colorindo com números".
- **Avaliação 1:** O artefato é bem aceito por alunos e professores? Há alguma dificuldade em utilizar o aplicativo?
- **Avaliação 2:** O artefato funciona? O artefato operacionaliza todas as conjecturas teóricas?
- **Conjecturas teóricas:** Crianças e jovens sentem-se atraídos por dispositivos móveis. Atividades desplugadas como a Colorindo com Números estimulam o desenvolvimento do pensamento computacional (Bell et al., 2011). Atividades no estilo de jogos podem atrair estudantes para a educação e melhorar nestes o processo de resolução de problemas (Wing, 2006).
- **Quadro teórico:**
 - App Computação Plugada Kids (GOMES NETO, 2019).
 - Experiências no projeto Computação Plugada. (FIGUEIREDO et al., 2021).
 - Design Science Research: (PIMENTEL, 2017).
 - Relato de experiência sobre o ensino remoto de Números Binários (SASSI; MACIEL; CARVALHO-PEREIRA, 2021).
 - Pensamento computacional e educação inclusiva: (OLIVEIRA; BARRETO; VIANA, 2021).
 - Jogo e desenvolvimento de pensamento computacional: (OLIVEIRA et al., 2021).
 - Estudo da Técnica: Artigos sobre aplicativos para ensinar computação; Artigos sobre pensamento computacional e a atividade desplugada "Colorindo com números".

Foram usadas neste projeto as seguintes tecnologias e ferramentas: Visual Studio Code como software para programação; o emulador do Android Studio, utilizado para testar o aplicativo; o React Native Cli, biblioteca do FaceBook, gerada a partir do React para o desenvolvimento de aplicativos Android e Ios, para criar um software mais completo, sem limitações quanto ao uso de bibliotecas; a linguagem JavaScript, para criar a lógica de alguns componentes; Git e GitHub, para ter acesso ao código do aplicativo, manter e gerir as alterações do app de forma segura e padronizada; Trello, para auxiliar na distribuição de tarefas e organizar as datas de entrega; Figma, para visualizar o novo design e ter acesso às imagens utilizadas no aplicativo; Google Meet, para realizar as reuniões virtuais da equipe; Whatsapp, para tratar de assuntos diversos, como tirar

dúvidas com a Professora responsável ou conversas entre estudantes do projeto; Google Forms, para criar e aplicar os questionários de avaliação dos usuários e especialistas; Google Planilhas, para fazer a análise dos dados coletados; Google Documentos, para criar resumos, anotar atividades, roteiros de aula, pesquisas entre outros; Canvas, para fazer pequenas alterações em imagens do aplicativo e criar posts de divulgação para oficinas; Google, Google Acadêmico, Sol SBC Open Lib, para efetuar as pesquisas de artigos e trabalhos. Foi também estudada a viabilidade de utilizar algumas outras ferramentas, porém, sem muita relevância para o produto final.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreram grandes mudanças no *design* do Aplicativo Computação Plugada Pixel. Como exemplo pode-se citar o uso de uma nova paleta de cores, que foi adicionada, mudança na fonte anterior para a fonte *Poppins*, os textos das atividades passaram a ficar abaixo das imagens e quadros de exercícios, entre outros ajustes. A seguir são apresentadas algumas telas para exemplificar tais alterações.

A tela inicial do aplicativo teve suas cores alteradas para o novo padrão escolhido pela equipe em conjunto com o *designer* contratado. Anteriormente, a tela continha outro botão que levava para a tela Sobre. Este botão foi retirado para diminuir a poluição visual e o único botão que se manteve na tela foi o de “INICIAR”, diminuindo a evasão dos usuários para outras telas antes de visualizar algo sobre o conteúdo do aplicativo. Uma imagem conceitual com a nova logo foi adicionada para mostrar a nova identidade visual do projeto, a fonte foi modificada e seu tamanho foi aumentado para melhorar a visibilidade dos textos. O resultado destas mudanças pode ser melhor visualizado na Figura 2.

Figura 2 - Tela Inicial do Aplicativo Computação Plugada Pixel.



Fonte: Os Autores.

Na tela de Seleção de Fases, as cores e fontes foram alteradas, foi adicionada a logo do projeto ao cabeçalho, os *cards* para seleção de fases tiveram suas posições e seus tamanhos modificados e um subtítulo para cada fase foi adicionado. Para substituir o botão da Tela Inicial “SOBRE”, uma barra inferior que se dirige para a mesma rota foi acrescentada. Nela também se pode direcionar a tela “AJUDA”, conforme ilustrado pela Figura 3.

Figura 3 - Tela de Seleção de Fases do Aplicativo Computação Plugada Pixel.



Fonte: Os Autores.

Uma Tela de Ajuda foi adicionada para os usuários obterem assistência em caso de dúvidas ou se identificassem algum erro. Nela se apresenta uma imagem para deixar o conteúdo mais amigável, alguns textos de fácil entendimento, explanando noções básicas do uso do Aplicativo e os contatos da equipe. O texto está em negrito e é clicável, direcionando o usuário para o site ou o email do projeto. Exemplos dessa tela podem ser vistos na Figura 4.

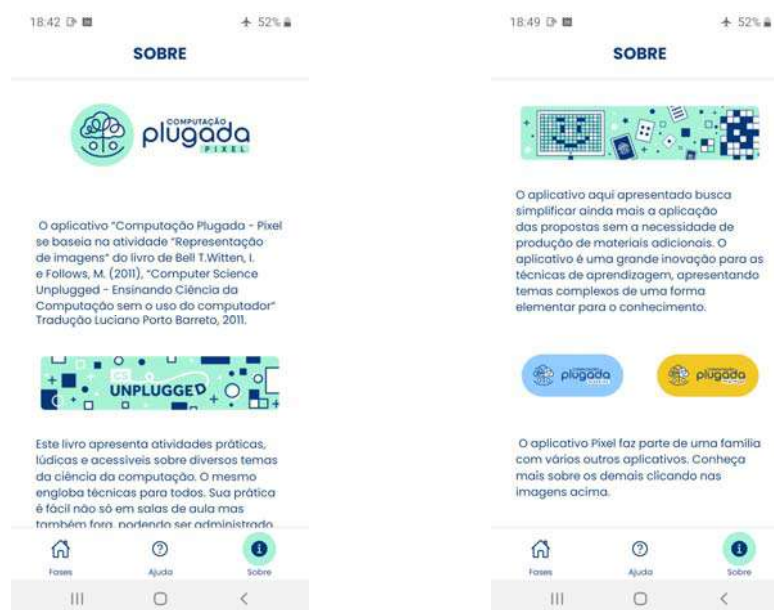
Figura 4 - Tela de Ajuda do Aplicativo Computação Plugada Pixel.



Fonte: Os Autores.

A Tela "Sobre" passou pelas seguintes modificações: foram acrescentadas imagens para quebra de texto, tornando-se mais confortável de forma visual; houve mudança no tipo de fonte e nas cores da tela; também houve mudança nos botões que levam o usuário aos outros aplicativos do projeto, para adequarem-se ao novo design do projeto. Esta tela pode ser melhor visualizada na Figura 5.

Figura 5 - Tela "Sobre" do Aplicativo Computação Plugada Pixel.



Fonte: Os Autores.

Nas Telas de Textos e Exercícios, os textos nos cabeçalhos foram alterados de “Nível” para “FASE”, seguido do número da fase em questão. O quadro em que se encontravam tanto os textos quanto imagens e quadro de pixels foi removido, para aumentar o espaço de visualização do conteúdo. A ordem dos textos e das imagens foi invertida. Também ocorreram algumas correções em textos de atividades. A barra de progresso foi substituída por um *slider* do tipo *dots*, para que os usuários possam verificar mais facilmente seu progresso nas atividades. Foram acrescentadas setas de navegação, assim ficando mais claro que o usuário precisa ir para a esquerda ou direita para continuar as atividades. Considerando isso, o texto que informava a direção para passar para a próxima tela foi removido e o botão para sair da tela foi alterado para um ícone *close* e colocado no lado oposto da tela. Um exemplo de uma tela de textos explicativos pode ser visualizado na Figura 6.

Figura 6 - Tela de texto das atividades do Aplicativo Computação Plugada Pixel.



Fonte: Os Autores.

Nas telas de exercício com atividades práticas, todas as alterações das telas de texto também ocorreram, com acréscimo da mudança da cor e formato dos botões com alternativas, aumento da grade de pixels e mudança na cor de fundo, para facilitar ao usuário identificar telas com questões. Exemplos destas telas estão ilustrados na Figura 7, apresentada a seguir.

Figura 7 - Telas com atividades e grades de pixels do Aplicativo Computação Plugada Pixel



Fonte: Os Autores.

Nas telas de conclusão de fase foi adicionada uma nova imagem. Os textos de parabéns foram alterados e foram acrescentados os botões de compartilhar, refazer a fase e ir para a próxima fase, sendo este último substituído na conclusão da fase 4 por um botão que retorna à tela de Seleção de Fases. Também foi acrescentado um botão que retorna para a tela de Seleção de Fases no canto superior da tela, conforme se pode visualizar na Figura 8.

Figura 8 - Telas de Conclusão da FASE 1 e FASE 4 do Aplicativo Computação Plugada Pixel.

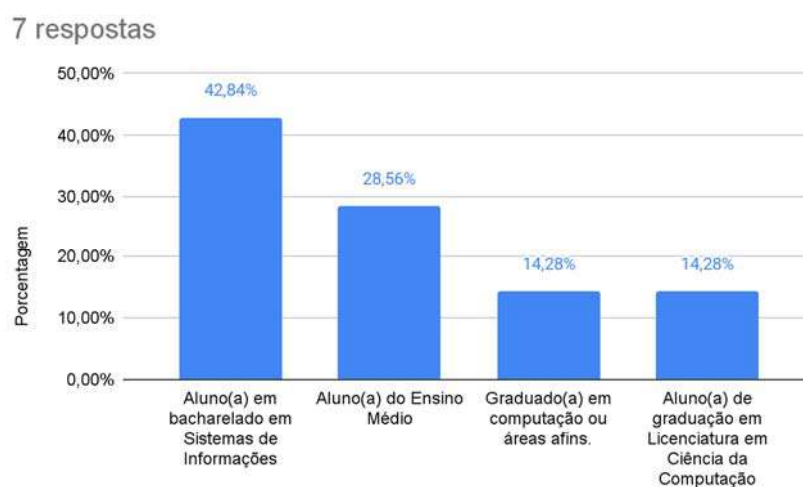


Fonte: Os Autores.

Quanto à versão antiga do aplicativo, foi disponibilizado um questionário referente à experiência do usuário com o aplicativo Programação Plugada Pixel, com objetivo de avaliar possíveis melhorias para o app e assim, melhorar a experiência do usuário e a compreensão do conteúdo disponibilizado. Foram obtidas 7 respostas, sendo 5 de homens e de 2 mulheres, entre 15 e 29 anos. Dos usuários que se disponibilizaram a responder o questionário, 43% são alunos que cursam bacharelado em Sistemas da Informação, 29% são estudantes do ensino médio, 14% são graduados em computação e áreas afins e os outros 14% cursam licenciatura em Ciências da Computação, como ilustrado pelo gráfico da Figura 9. Dentre estes usuários, 29% já haviam estudado sobre representações de imagens em disciplinas do ensino superior, outros 29% afirmaram já terem estudado o assunto em matérias do ensino básico, 14% não cursaram, mas

conheciam o conteúdo, outros 14% nunca estudaram em nenhuma matéria e não conheciam o suficiente do conteúdo e outros 14% nunca cursaram em nenhuma matéria e não conheciam o conteúdo. Dos participantes 71% afirmaram haver completado todas as fases do aplicativo, 14% chegou até o nível três e 14% apenas obteve alguma informação sobre o aplicativo.

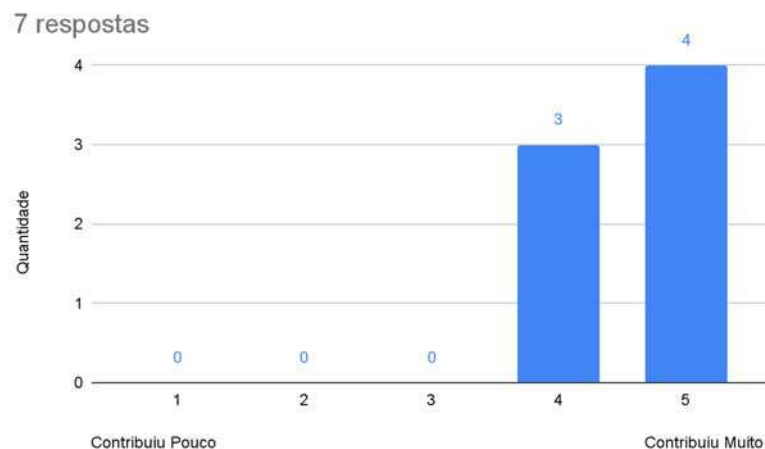
Figura 9 - Gráfico que ilustra em porcentagens a formação dos usuários participantes da pesquisa.



Fonte: Os Autores.

Quando questionados sobre o quanto o aplicativo contribuiu para seu aprendizado sobre representação de imagens, foi avaliado em uma escala de 1 a 5, sendo 1 (Contribuiu Pouco) e 5 (Contribuiu muito), quatro usuários avaliaram com 5 e os outros três avaliaram com 4, mostrando que a forma como o conteúdo foi abordado no aplicativo foi positiva. Pode-se observar os dados obtidos no gráfico da Figura 10.

Figura 10 - Percepção do usuário do quanto o aplicativo contribuiu para o seu aprendizado sobre "representação de imagens", em uma escala de 1(Contribuiu Pouco) a 5(Contribuiu Muito).



Fonte: Os Autores.

Algumas justificativas oferecidas pelos usuários, referentes às suas respostas à questão 9 e que foram ilustradas no gráfico da Figura 10, foram:

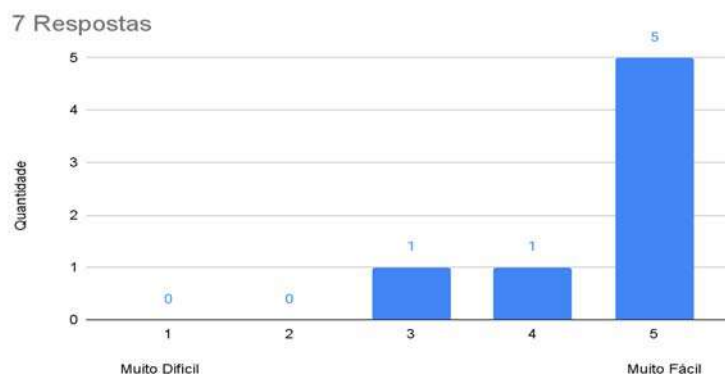
“Por já ter o conhecimento teórico, acredito que o aplicativo contribuiu como uma boa revisão do assunto”(U2).

“Conhecia algo do tema "representação de imagens", mas não de forma tão detalhada como a forma que foi exposta”(U4).

“O aplicativo me ensinou muito bem como funciona a representação de imagens”(U5).

Sobre a questão da facilidade que os usuários encontraram ao utilizar o aplicativo "Computação Plugada Pixel", de 1 a 5, onde 1 representava Muito Difícil e 5 Muito Fácil, a maioria respondeu que achou relativamente fácil, tendo apenas uma pessoa que atribuiu dificuldade média à facilidade de utilização do aplicativo, mas vale ressaltar que o usuário a dar esta avaliação, afirmou apenas “ter dado uma olhada” e assistiu aos vídeos sobre o aplicativo. Estas respostas estão apresentadas de forma mais clara no gráfico da Figura 11, disponível a seguir:

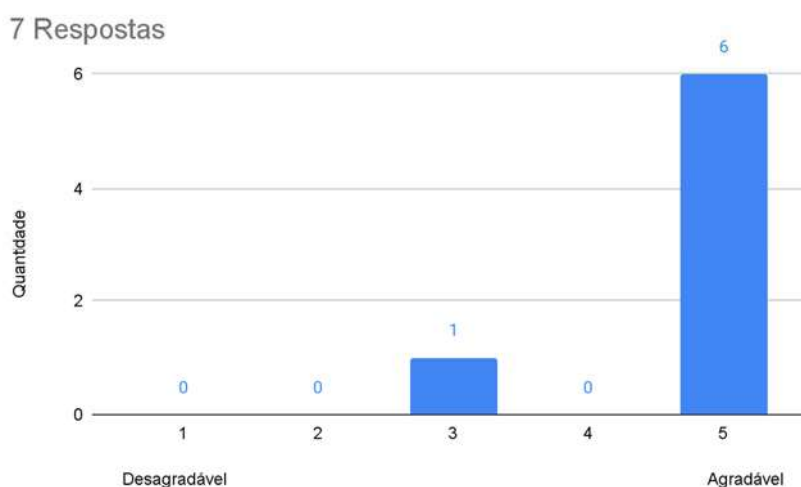
Figura 11 - Percepção do usuário quanto a facilidade com a utilização do aplicativo, em uma escala de 1(Muito difícil) a 5(Muito fácil).



Fonte: Os Autores.

No questionário também foi perguntado o quanto os usuários achavam a aparência do aplicativo agradável, com notas de 1 a 5, sendo 1, “Desagradável” e 5, “Agradável”. Com exceção de um voto, que considerou o aplicativo nem agradável e nem desagradável e feito pelo mesmo usuário que apenas tinha dado uma olhada no aplicativo, a maioria (6 das 7 respostas) dos usuários afirmava que o aplicativo tem uma aparência que os agrada visualmente, conforme ilustrado pelo gráfico apresentado na Figura 12:

Figura 12 - Gráfico que mostra o quanto a aparência do app é agradável ao usuário em uma escala de 1(Desagradável) a 5(Agradável).



Fonte: Os Autores.

Dentre as respostas referentes a sugestões de melhoria e aparência do aplicativo, foram sugeridas melhorias como utilizar "*material design*", acrescentar animações, centralizar os cards na tela e facilitar a compreensão do conteúdo abordado. Alguns exemplos de respostas que ilustram esses pontos são apresentados a seguir:

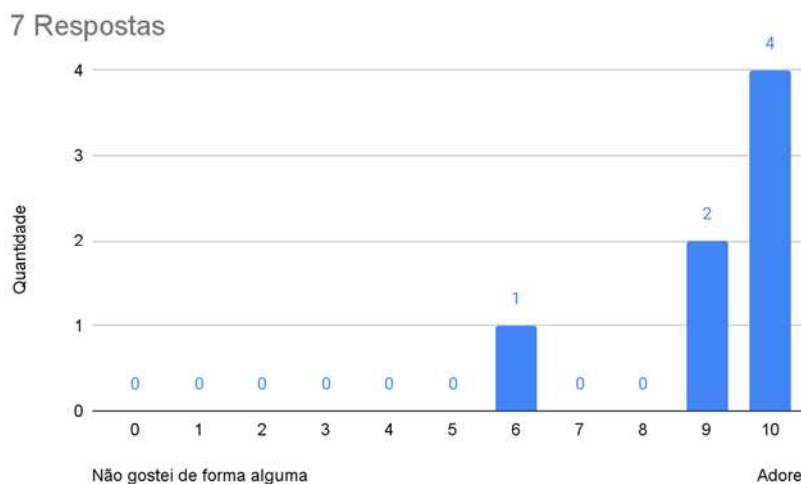
“Melhorar a aparência com o material design e animações”(U1).

“[...] Seria interessante que os cards ficassem posicionados no meio da tela, a fim de permitir a troca entre eles de forma mais fácil com uma única mão.” (U2).

“Os níveis 1, 2 e 4 tem uma explicação simples e de fácil compreensão, mas talvez algumas pessoas tenham dificuldades de entender o nível 3”(U5).

Também se perguntou, no questionário, o quanto os usuários gostaram do aplicativo, de maneira geral, indicando uma nota entre 0 e 10, onde 0 equivalia a "Não gostei de forma alguma" e 10 a "Adorei". Todas as respostas foram maiores ou iguais a 6 já que um usuário avaliou com 6, dois com 9 e quatro com 10, como ilustrado na Figura 13:

Figura 13 - Gráfico que mostra, de forma geral, o quanto os usuários gostaram do aplicativo, em uma escala de 0 (Não gostei de forma alguma) a 10 (Adorei).

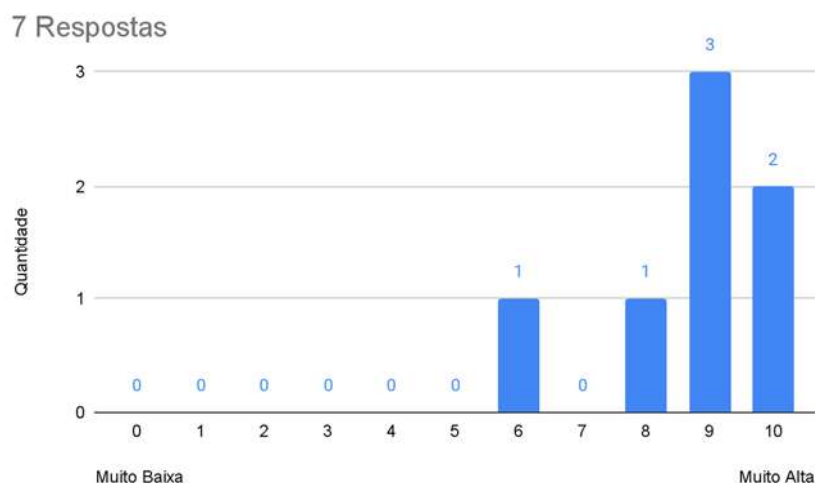


Fonte: Os Autores.

Por último, os usuários foram questionados sobre a probabilidade de indicarem o aplicativo para alguém, também podendo avaliar com uma nota de 0 a 10, onde o 0 equivalia a uma probabilidade "Muito Baixa" e 10 uma probabilidade "Muito Alta". Uma

pessoa marcou 6, uma avaliou com 8, três disseram 9 e duas marcaram a probabilidade de 10, conforme ilustrado na Figura 14:

Figura 14 - Gráfico que ilustra a probabilidade dos usuários que responderam o questionário, têm de recomendar esse aplicativo para outras pessoas, em uma escala de 0 (Muito Baixa) a 10 (Muito Alta).



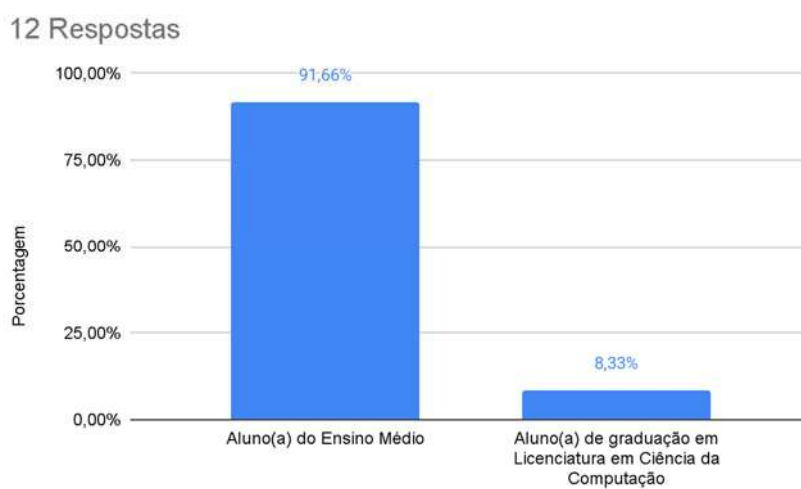
Fonte: Os Autores.

Para a nova versão do Aplicativo Computação Plugada Pixel, foram feitas algumas pequenas alterações no formulário. O novo questionário foi disponibilizado durante oficinas no colégio de ensino médio e técnico Escola Cidadã Integral Técnica Estadual Professor Luiz Gonzaga Burity, com o mesmo objetivo do anterior, de registrar a experiência do usuário com o aplicativo, para encontrar *bugs* e possíveis melhorias para o aplicativo e assim, aperfeiçoar a experiência do usuário e a compreensão do conteúdo disponibilizado. O formulário também foi disponibilizado no site do projeto Computação Plugada. Neste formulário⁹ foram registradas 12 respostas até 21 de agosto, sendo seis de usuários do sexo masculino, cinco do sexo feminino e um dos participantes preferiu não identificar seu sexo. Os participantes tinham entre 16 e 22 anos. Dos usuários que se disponibilizaram a responder o questionário, 91,66% são estudantes do ensino médio e apenas 8,33% (1 usuário) cursam licenciatura em Ciências da Computação. Como ilustrado pelo gráfico da Figura 15, nota-se um público mais específico que os participantes da pesquisa anterior. Pode-se atribuir este fato às oficinas feitas na escola. Dentre estes usuários, apenas 1 (8,33%) já havia estudado sobre representações de

⁹ <https://drive.google.com/file/d/1aFcFXI3YaGgzB6isvmU6F3CBPM-Y0HYD/view>

imagens em disciplinas do ensino superior, outros 41,66% não cursaram, mas conheciam o conteúdo de representação de imagens e 50% dos participantes nunca haviam cursado nenhuma matéria e não conheciam o conteúdo. Dos entrevistados 91,66% afirmaram haver completado todas as fases do aplicativo e 1 deles (8,33%) chegou até a fase três.

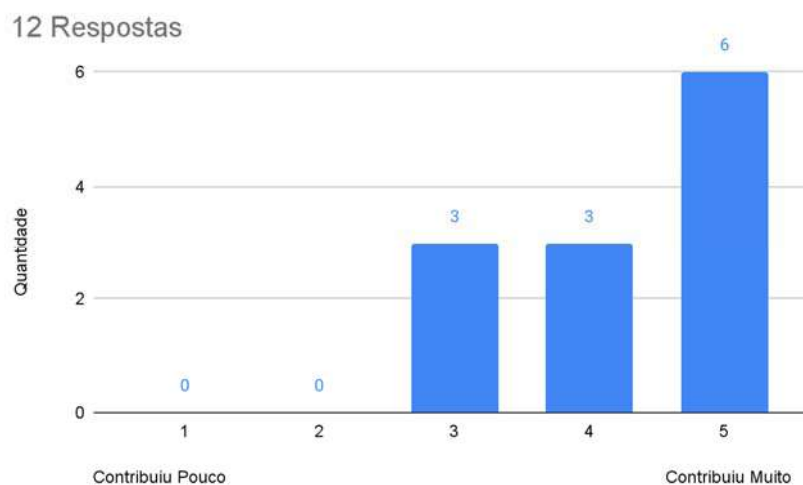
Figura 15 - Gráfico que ilustra em porcentagens a formação dos usuários participantes da pesquisa em relação a nova versão do aplicativo.



Fonte: Os Autores.

Quando questionados sobre o quanto o aplicativo contribuiu para seu aprendizado sobre representação de imagens, em uma escala de 1 a 5, sendo 1 (Contribuiu Pouco) e 5 (Contribuiu muito), seis usuários avaliaram com 5, três com 4 e outros três avaliaram com 3. Pode-se observar melhor esses dados no gráfico da Figura 16.

Figura 16 - Percepção do usuário do quanto o aplicativo contribuiu para o seu aprendizado sobre "representação de imagens", em uma escala de 1 (Contribuiu Pouco) a 5 (Contribuiu Muito).



Fonte: Os Autores.

Dentre as justificativas oferecidas pelos usuários, em relação às suas respostas à questão 8, ou seja, à abordada anteriormente, foram:

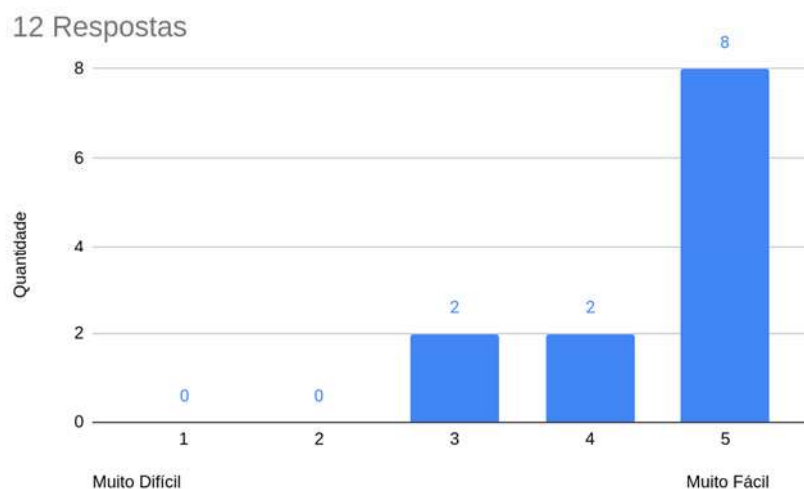
“Não tinha conhecimento sobre o assunto”(U9).

“Aprendi de forma rápida e fácil ”(U15).

“Já conhecia um pouco do conteúdo, mas agregou ainda mais nos meus conhecimentos”(U19).

Quanto à questão sobre a facilidade que os usuários encontraram ao utilizar o aplicativo "Computação Plugada Pixel", foi pedido que avaliassem de 1 a 5, onde 1 representava “Muito Difícil” e 5 “Muito Fácil”. Das 12 respostas, oito avaliaram com 5, dois avaliaram com 4 e dois participantes com 3. Esta informação está descrita mais claramente na Figura 17:

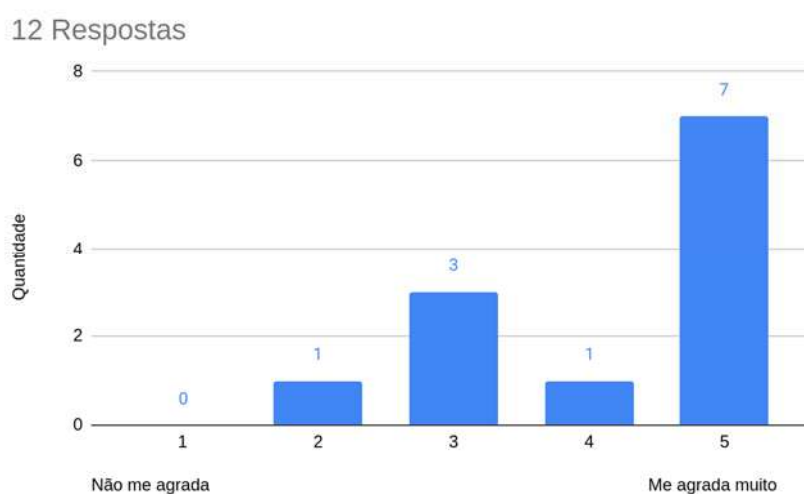
Figura 17 - Percepção do usuário quanto a facilidade com a utilização do aplicativo, em uma escala de 1 (Muito difícil) a 5 (Muito fácil).



Fonte: Os Autores.

Como no primeiro questionário, também foi perguntado aos usuários o quanto a aparência do aplicativo os agradava, com notas de 1 a 5, sendo 1, Não me agrada e 5, Me agrada muito. A maioria das avaliações foi positiva, com sete usuários marcando 5, um marcou 4, três avaliaram com 3 e um usuário avaliou com 2. Este resultado está ilustrado na Figura 18:

Figura 18 - Gráfico que mostra o quanto a aparência do app é agradável ao usuário em uma escala de 1 (Não me agrada) a 5 (Me agrada muito).



Fonte: Os Autores.

Para a nova versão do aplicativo, os usuários deram sugestões variadas, dentre elas estão:

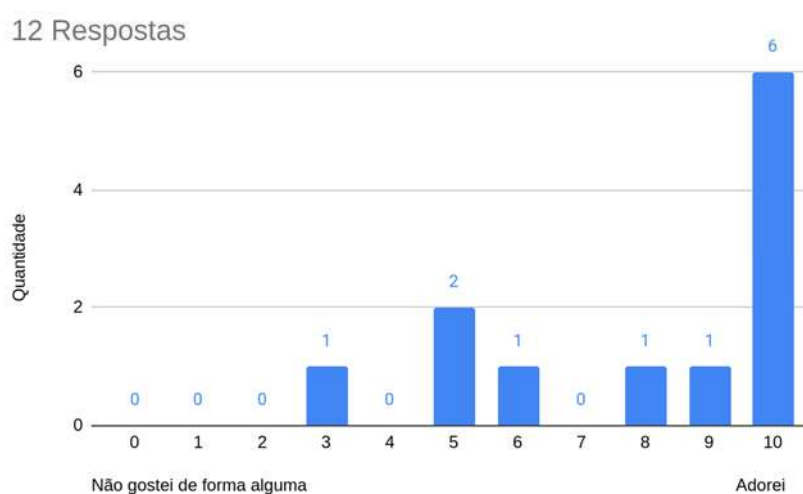
"Deixar mais colorido" (U8).

"A tela inicial está bugada e está um pouco lento" (U9).

"Na primeira fase os dígitos que se alteram com a imagem são dispostos abaixo dos quadrados, enquanto nas demais fases não [...] acho que ficaria mais fácil de associar para o usuário se eles fossem apresentados da mesma forma [...]" (U19).

Também foi perguntado aos usuários o quanto gostaram do aplicativo, desta vez com uma escala de 0 a 10, para deixar o participante mais confortável com sua escolha, sendo 0 "Não gostei de forma alguma" e 10 equivalente a "Adorei". As respostas foram diversas. Seis pessoas atribuíram a nota 10, uma avaliou com 9, uma com 8, uma atribuiu 6, duas avaliaram com 5 e uma deu nota 3. Estes dados estão ilustrados na Figura 19:

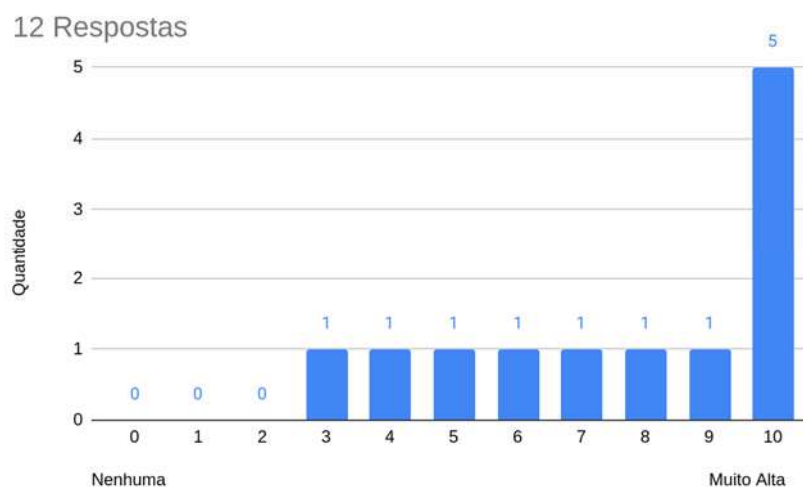
Figura 19 - Gráfico que mostra, de forma geral, o quanto os usuários gostaram do aplicativo, em uma escala de 0 (Não gostei de forma alguma) a 10 (Adorei).



Fonte: Os Autores.

Os usuários também foram questionados sobre a probabilidade de indicarem o aplicativo para um estudante do ensino básico, podendo avaliar também com uma nota de 0 a 10, onde o 0 equivalia a "Nenhuma" e 10 a uma probabilidade "Muito Alta". Cinco pessoas marcaram 10, uma avaliou com 9, uma com 8, uma com 7, uma com 6, uma com 5, uma com 4 e uma com 3. Esta informação foi disposta de forma mais clara na Figura 20, apresentada a seguir:

Figura 20 - Gráfico que ilustra a probabilidade dos usuários que responderam o questionário, têm de recomendar esse aplicativo para estudantes do ensino básico, em uma escala de 0 (Nenhuma) a 10 (Muito Alta).



Fonte: Os Autores.

Dos dados obtidos com a pesquisa, apesar do tamanho da amostra, houve uma boa aceitação do novo *design* do aplicativo, algumas sugestões feitas com frequência, como aumentar os textos das telas diminuíram em sua ocorrência.

Ocorreu um número muito maior de estudantes de ensino médio testando o aplicativo na nova avaliação que na anterior, logo deve-se levar em consideração que os usuários que se disponibilizaram para testar o app na versão anterior eram, em sua maioria, estudantes de graduação inseridos em cursos de tecnologia, o que por sua vez pode trazer uma visão mais crítica do *design* e do software, e como alguns eram da área de pedagogia, também é válido para a apresentação do conteúdo como material de ensino.

O que se percebeu, foi que houve um aumento na maior parte das avaliações positivas, porém também ocorreu uma distribuição maior entre as opiniões de usuários, tendo variação maior entre opiniões positivas, neutras e negativas. Devido ao tamanho da amostra, não se pode concluir se a nova aparência do aplicativo foi agradável ou quanto à melhoria na facilidade do conteúdo.

Em virtude das oficinas realizadas, também houve maior número de avaliações que na versão anterior do aplicativo, podendo-se afirmar que foi um ótimo método adotado para incentivar usuários a avaliarem o aplicativo.

Durante o desenvolvimento da pesquisa foi desafiador o processo de implementação de melhorias no aplicativo, mas com ajuda da equipe e aprofundamento, foi possível construir a nova versão do aplicativo Pixel.

Problemas ocasionados por falta de experiência também ocorreram, como a dificuldade em acrescentar as setas laterais às telas de exercícios. Os botões acabavam em posições inesperadas, ou até muito abaixo na tela, problema que ainda persiste em telas de tablets, pois as setas acabam ficando por baixo das respostas.

Alguns *bugs* também foram identificados durante a aplicação em escolas, como a lentidão relatada e o problema com a tela inicial, além do estilo da barra de navegação inferior mudar no display dos tablets utilizados nas oficinas presenciais, ficando com o ícone alocado ao lado do texto. Também houve relatos de travamento, questão que ainda está sendo investigada. Outra inconveniência que demorou a ser resolvida foi o desaparecimento do texto em telas com exercícios. Descobriu-se que o componente que guardava as respostas das questões estava sobrepondo-se ao texto, cobrindo as informações, o que muitas vezes cortava e sumia com o texto da questão. Bastou tornar o *background* transparente para o problema ser solucionado.

Ocorreram diversos problemas com o emulador do Android Studio, sendo pesquisados e resolvidos conforme apareciam os eventos. *Bugs* que demoravam semanas para serem resolvidos também ocorreram, mas é algo esperado durante o desenvolvimento de um software, principalmente por estudantes aprendizes.

Com ajuda da equipe, os problemas encontrados poderiam por vezes ser resolvidos de forma rápida e essa experiência permitiu a partilha de formas mais simples de localizar e corrigir problemas na aplicação, uma experiência muito benéfica para os estudantes participantes. Outro empecilho encontrado foi a falta de tempo para terminar alguns ajustes na versão final do aplicativo antes de sua avaliação na escola.

CONCLUSÕES

Conclui-se por meio deste, que atividades lúdicas envolvendo tecnologia são uma solução adequada para aulas que despertem o interesse de alunos de ensino fundamental e médio, pois notou-se engajamento dos estudantes em oficinas, presenciais e virtuais,

tanto com as atividades, quanto com a pesquisa. Logo, adequar o aplicativo para ter um *design* agradável e intuitivo melhorou a aplicação para alunos mais jovens. Muitos deles afirmaram que se divertiram com a aula e participaram ativamente de todas as atividades e exercícios, tentando aplicar lógica ao desafio proposto. Portanto, as alterações feitas no aplicativo deram-lhe um visual diferente, muito mais profissional, legível e com várias melhorias sugeridas por usuários feitas durante a versão aplicada em sala do aplicativo. Observou-se que novidades no App, como a nova paleta de cores e a mudança no tipo de fonte, diminuíram sugestões frequentes, como aumento na fonte dos textos, mas dividiu opiniões em alguns momentos, como em relação à facilidade do conteúdo. Enquanto alguns usuários afirmaram que compreenderam perfeitamente, outros usuários não compreenderam o conteúdo. Também quanto à questão de recomendar o aplicativo, ocorreu grande variedade nas respostas. Porém, é importante ressaltar dois fatos que podem ter ocasionado isso. O primeiro é que a maior parte das avaliações da nova versão se deu por estudantes de ensino médio, enquanto que da versão antiga esta foi dada principalmente por estudantes de graduação da área de tecnologia, podendo ter alterado muito o foco principal do público que foi abordado. O segundo ponto é que muitas das avaliações negativas foram atribuídas por usuários que presenciaram bugs e travamentos do aplicativo, podendo ser que as avaliações sejam em consequência de uma experiência ruim de usuário.

Durante a pesquisa foi documentado o processo de implementação de melhorias no aplicativo Computação Plugada Pixel. Devido a um baixo índice de avaliações, não ficou claro se houve uma melhora significativa quanto ao entendimento do conteúdo, mas durante as oficinas, o ensino de Pensamento Computacional em sala de aula de forma lúdica mostrou-se viável, pois despertou o interesse dos alunos em participar, tirar dúvidas e saber mais sobre o assunto abordado e o projeto.

Por fim, a pesquisa agregou muito aos conhecimentos dos estudantes envolvidos, melhorou a capacidade de análise e trabalho em equipe, além de ajudar os alunos a manter uma rotina. Logo, foi uma experiência que proporcionou um preparo para o mercado de trabalho.

Perspectivas

Dentre as principais contribuições deste trabalho, pode-se citar, o incremento de melhorias no aplicativo Computação Plugada Pixel, a produção do artefato melhorado a cada lançamento como resultado do método da *Design Science Research*, objetivo principal da pesquisa, produção de dados para ajudar na avaliação e melhoria do app e produção de futuros trabalhos, geração de conhecimento acerca de *softwares* feitos a partir das ferramentas utilizadas no projeto para os estudantes participantes, possibilitando a criação de futuras aplicações.

Por meio do projeto será possível ensinar Ciência da Computação e Pensamento Computacional para crianças e jovens de diversas faixa etárias, facilitando a aplicação das atividades de Bell et al. (2011) em sala de aula, o que por sua vez auxilia no desenvolvimento de habilidades para ajudar na resolução de problemas, como raciocínio lógico e formas de exercitar a mente e fixar o conteúdo proposto. Observa-se também que com aplicativos como o Pixel, se pode ajudar a treinar a capacidade de realizar cálculos matemáticos, identificar padrões e seguir sequências lógicas, o que futuramente facilitará a compreensão e aprendizado de novos conteúdos relacionados.

Para pesquisas futuras, seria interessante, encontrar mais participantes para as avaliações com diferentes áreas e para ter uma maior diversidade de opiniões, tentar comparar os dados com dados de pesquisas anteriores, corrigir os erros identificados por usuários e estudar as sugestões adquiridas com a pesquisa a novas versões do Aplicativo, além de acrescentar outras alterações no *design* do app e que ainda não puderam ser realizadas.

REFERÊNCIAS

BULL, Glen; GAROFALO, Joe; HGUYEN, N. Rich. Thinking about computational thinking: Origins of computational thinking in educational computing. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, v. 36, n. 1, p. 6-18, 2020. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/21532974.2019.1694381>>. Acesso em: 19/03/2023.

FIGUEIREDO et al. Ensinando sobre Representação de Imagens: Experiência no Projeto Computação Plugada com o Aplicativo Pixel. *Anais Estendidos do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*. pág.: 09-10. 26/04/2021. Disponível em:

<https://sol.sbc.org.br/index.php/educomp_estendido/article/view/14849/14694>. Acesso em: 28/09/2021.

NETO, Ivonildo. O aplicativo Computação Plugada Kids. Trabalho de Conclusão de Curso(Licenciatura em Ciência da Computação) - UFPB. 2019. Acesso em: 11/03/2023.

OLIVEIRA, Matheus. Avaliando um Aplicativo Android para Apoiar a Aplicação de Exercícios de Computação Desplugada. Trabalho de Conclusão de Curso(Licenciatura em Ciência da Computação) - UFPB. 2019. Acesso em: 11/03/2023.

OLIVEIRA, Matheus; DANTAS, Ayla ; NETO, Ivonildo. Computação Plugada: Um Aplicativo Android Para Apoiar a Aplicação de Exercícios de Computação Desplugada. In: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI), 27. , 2019, Belém. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 493-502. ISSN 2595-6175. DOI: <https://doi.org/10.5753/wei.2019.6654>. Acesso em: 11/03/2023.

OLIVEIRA, Amanda M. D. de; BARRETO, Gabriel V.; VIANA, Flávia R.. A Formação Docente acerca do Pensamento Computacional na Perspectiva da Educação Inclusiva: Um Estudo sobre os Espaços de Discussão no Brasil. In: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI), 29. Evento Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 198-207. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/article/view/15911>>. Acesso em: 01/06/2022.

OLIVEIRA, Placida et al. Jogo de RPG para o Desenvolvimento de Habilidades do Pensamento Computacional no Ensino Fundamental. In: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI), 29. Evento Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 41-50. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/article/view/15895>>. Acesso em: 10/01/2022.

OLIVEIRA, Matheus Barbosa; SOUZA REBOUÇAS, Ayla Débora Dantas. Avaliando um Aplicativo Android Para Apoiar a Aplicação de Exercícios de Computação Desplugada. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 29, p. 798-826, 2021. Acesso em: 11/03/2023.

PIMENTEL, Mariano. Design Science Research e Pesquisas com os Cotidianos Escolares para fazer pensar as pesquisas em Informática na Educação. Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE). [S.l.]. p. 414. 10/2017. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/7570/5366>>. Acesso em: 20/10/2021.

SASSI, Sabrina; MACIEL, Cristiano; CARVALHO-PEREIRA, Vinícius. Computação (Des)plugada: um relato de experiência sobre o ensino remoto de Números Binários em tempos de distanciamento social. In: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO (WEI), 29. Evento Online. Anais [...] Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 21-30. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/article/view/15893>>. Acesso em: 04/01/2022.

SILVA, Emanuel. Evolução e a Avaliação do Aplicativo Pixel. Trabalho de Conclusão de Curso(Bacharelado em Sistemas de Informação) - UFPB. 2021. Acesso em: 11/03/2023.

VEIGA, Reinaldo. Computação Plugada Ordenação: Um Aplicativo para Ensinar sobre Algoritmos de Ordenação na Educação Básica. Trabalho de Conclusão de Curso(Licenciatura em Ciência da Computação) - UFPB. 2021. Acesso em: 11/03/2023.