



III CONPESQ

Congresso de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação

Ciência e tecnologia para o desenvolvimento social

Organizadores

Natália Brito Bessa

Ana Lúcia Lucio Pinheiro

Bárbara Larissa Alexandre Filgueira Mota

Rafael Perazzo Barbosa Mota



III CONPESQ

Congresso de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação

Ciência e tecnologia para o desenvolvimento social

Organizadores

Natália Brito Bessa

Ana Lúcia Lucio Pinheiro

Bárbara Larissa Alexandre Filgueira Mota

Rafael Perazzo Barbosa Mota

Anais III Congresso de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação (CONPESQ) - ciência e tecnologia para o desenvolvimento social: Ciências Exatas, da Terra e Engenharias - Volume 3

Copyright© 2023 by Natália Brito Bessa, Ana Lúcia Lucio Pinheiro, Bárbara Larissa Alexandre Filgueira Mota, Rafael Perazzo Barbosa Mota (Orgs.). Efetuado depósito legal na Câmara Brasileira do Livro (CBL).



Av. Ten. Raimundo Rocha, 1639 - Cidade Universitária, Juazeiro do Norte - CE
CEP 63048-080 - Telefone: (88) 3221-9200

Organização

Natália Brito Bessa
Ana Lúcia Lucio Pinheiro
Bárbara Larissa Alexandre Filgueira Mota
Rafael Perazzo Barbosa Mota

Capas

Bárbara Larissa Alexandre Filgueira Mota
Hemerson Soares da Silva

Diagramação

Bárbara Larissa Alexandre Filgueira Mota
Hemerson Soares da Silva

Projeto Gráfico

Bárbara Larissa Alexandre Filgueira Mota

Normalização

Ana Lúcia Lucio Pinheiro
Higia Stefanny Macedo Pereira

Edição Revisada e Reformulada

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Cariri
Sistema de Bibliotecas

C749a Congresso de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação Inovação (3. : 2022 : Juazeiro do Norte, CE). Anais III congresso de pesquisa, pós-graduação e inovação (CONPESQ) – ciência e tecnologia para o desenvolvimento social : ciências Exatas, da Terra e Engenharias, 20 à 22 de setembro de 2022 / organizado por Natália Brito Bessa [et al]. - Juazeiro do Norte : UFCA, 2023.

E-book.

ISBN 978-65-88329-51-1

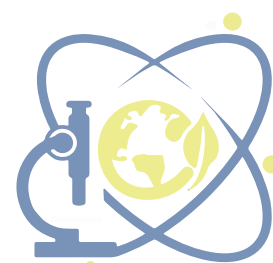
Disponível em: <http://ebooks.ufca.edu.br/catalogo/>

Pró-reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação (PRPI)
Universidade Federal do Cariri (UFCA)

1. Pesquisa - congresso. 2. Ciência e tecnologia. 3. Desenvolvimento social. I. Bessa, Natália Brito. II. Título.

CDD 001.4063

Bibliotecária: Glacínésia Leal Mendonça CRB 3/925



Comissão Organizadora do III CONPESQ

Coordenação Geral

Natália Brito Bessa
Laura Hévila Inocência Leite
Elias Pereira Lopes Júnior

Secretaria Geral

Aramidis Cibelly Moura de Moraes
Arícia do Socorro Tavares Miranda
Ana Lúcia Lucio Pinheiro
Juliana Maria Marculino Silva
Shirley Pinheiro Lima

Comissão Científica

Laura Hévila Inocência Leite
Elias Pereira Lopes Júnior
Maria Cleide Rodrigues Bernardino
Milena Silva Costa
Thiago Mielle Brito Ferreira Oliveira
Thiago Bessa Pontes
Ivan Satuf Rezende
Raimundo Martins Filho
Claudener Souza Teixeira
Clarice Dias de Albuquerque
Alex Lacerda Gomes Loiola
Renata Tavares da Silva
Acleciana dos Santos Goiana

Comissão de Minicurso

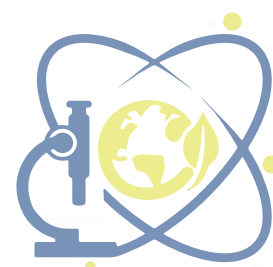
Milena Silva Costa
Daniel Silva Ricarto
Lucas Sobreira Sales Galvão
Bruna Flávia Alves de Oliveira
Shirley Pinheiro Lima
Bárbara Larissa Alexandre Filgueira Mota

Comissão de Marketing/Divulgação

Thiago Bessa Pontes
Elias Pereira Lopes Júnior
Milena Silva Costa
Acleciana dos Santos Goiana
Bárbara Larissa Alexandre Filgueira Mota
Daniel Silva Ricarto
Juliana Maria Marculino Silva

Comissão de Infraestrutura e Tecnologia da Informação

Thiago Bessa Pontes
Elias Pereira Lopes Júnior
Milena Silva Costa
Acleciana dos Santos Goiana
Bárbara Larissa Alexandre Filgueira Mota
Daniel Silva Ricarto
Juliana Maria Marculino Silva



Equipe da Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (PRPI/UFCA)

Laura Hévila Inocência Leite
(Pró-Reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação)

Natália Brito Bessa
(Pró-Reitora Adjunta de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação)

Arícia do Socorro Tavares Miranda
(Secretaria Executiva)

Thiago Mielle Brito Ferreira Oliveira
(Coordenador de Pesquisa)

Claudener Souza Teixeira
(Coordenador de Pós-Graduação)

Elias Pereira Lopes Júnior
(Coordenador de Inovação)

Aramidis Cibelly Moura de Moraes
(Chefe de Núcleo de Gestão)

Alex Lacerda Gomes Loiola
(Chefe de Núcleo de Dados)

Milena Silva Costa
(Chefe de Núcleo de Divulgação Científica)

Maria Cleide Rodrigues Bernardino
(Gerente da Divisão de Apoio aos Programas de Pós-Graduação – Lato Sensu)

Ivan Satuf Rezende
(Gerente da Divisão Projetos e Grupos de Pesquisa)

Clarice Dias de Albuquerque
(Gerente da Divisão de Diplomas de Pós-Graduação)

Renata Tavares da Silva
(Gerente da Divisão de Apoio aos Programas de Pós-Graduação – Stricto Sensu)

Thiago Bessa Pontes
(Assessor da Reitoria)

Orlando Italo Ferreira da Cruz
(Auxiliar administrativo da Coordenadoria de Pós-Graduação)

Ana Lúcia Lúcio Pinheiro
(Auxiliar administrativo da Coordenadoria de Editoração e Apoio à Publicação)

Acleciana dos Santos Goiana
(Auxiliar administrativo da Coordenadoria de Pesquisa)

Bárbara Larissa Alexandre Filgueira Mota
(Auxiliar administrativo da Coordenadoria de Editoração e Apoio à Publicação)

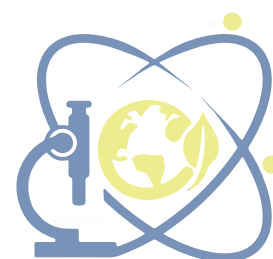
Shirley Pinheiro Lima
(Estagiária da Coordenadoria de Editoração e Apoio à Publicação)

Daniel Silva Ricarto
(Estagiário do Núcleo de Divulgação Científica)

Bruna Flávia Alves de Oliveira
(Estagiária da Coordenadoria de Pesquisa)

Juliana Maria Marculino Silva
(Bolsista da Coordenadoria de Inovação)

Lucas Sobreira Sales Galvão
(Bolsista do Núcleo de Divulgação Científica)



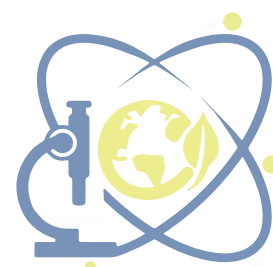
Apresentação

Durante os dias de 20, 21 e 22 de setembro de 2022, a Universidade Federal do Cariri (UFCA) realizou o III Congresso de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (CONPESQ), seguido a um momento que não apenas o Brasil, mas o mundo, viveu, a tragédia da pandemia de Covid-19. Apesar desse período difícil para a humanidade, a UFCA, enquanto instituição, seguiu rumo ao foco da realização de seus eventos a fim de disseminar as pesquisas desenvolvidas para evolução social e o fim da crise sanitária vivenciada.

Nesse sentido, a Pró-reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação (PRPI/UFCA) se manifesta com uma visão pautada na excelência de suas atividades mediante uma produção científica de qualidade, programas de intercâmbio, iniciação científica, inovação tecnológica e social, estabelecimento de convênios e promoção de eventos que reúnam membros da comunidade acadêmica. Assim, promovendo a troca de conhecimentos entre pesquisadores e pesquisadoras, a fim de demonstrar a potencialidade transformadora e inovadora das atividades científicas desenvolvidas na região do Cariri.

Pensando nisso, visando fortalecer a divulgação e a visibilidade da produção científica da UFCA, o III CONPESQ foi realizado com o intuito de viabilizar e incentivar alunos dos cursos de ensino médio, graduação e pós-graduação de diferentes instituições de ensino, a desenvolverem e divulgarem as atividades de produção científica realizadas nos programas de iniciação científica, tecnológica, de inovação e/ou de pós-graduação, propiciando uma vivência acadêmica mais envolvente e o aprimoramento de seus conhecimentos.

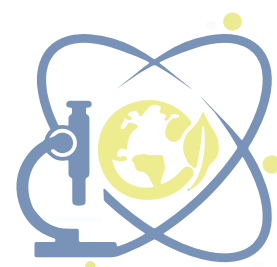
Dessa forma, o evento teve como temática “Ciência e tecnologia para o desenvolvimento social”, e abrangeu em sua programação, atividades como minicursos, mesas redondas, palestras, entregas de prêmios aos melhores



trabalhos, apresentações culturais, assembleia e apresentações de trabalhos em formato de pôsteres e orais. Além disso, abordou assuntos de relevância contemporânea como a mulher na ciência: diálogos decoloniais; universidade e a luta por direitos humanos: desafios do debate de gênero e negritude na UFCA. Ademais, foram tratadas vertentes mais técnicas como o preenchimento da Plataforma Brasil, dicas para desenvolvimento da redação de artigo científico, bem como a compreensão de eletrocardiografias de arritmias no âmbito da saúde humana.

Para além disso, dada a grande quantidade de trabalhos nesta edição do evento, eles foram divididos em 3 (três) volumes conforme as áreas temáticas: Ciências da Vida (volume 1), Ciências Humanas e Sociais, e Letras e Artes (volume 2), Ciências Exatas, da Terra e Engenharias (volume 3), . Este volume contém 62 trabalhos da área de Ciências Exatas, da Terra e Engenharias apresentados no evento e subdivididos nas modalidades resumo simples, resumo expandido e trabalhos completos.

Laura Hévila Inocencio Leite
Natália Brito Bessa
Ana Lúcia Lucio Pinheiro
Bárbara Larissa Alexandre Filgueira Mota
Rafael Perazzo Mota



Sumário

RESUMOS EXPANDIDOS21

Produção de mudas de cultivares de *ocimum basilicum* L. de cor roxa em substratos distintos 22

Ana Cláudia Felipe de Morais
Nynve Thaynar Brito de Almeida
Benedito Charlles Damasceno Neves
Cláudia Araújo Marco

Adsorção de fósforo de solução aquosa por cinzas da casca de *caryocar coriaceum* wittm: estudo cinético e de equilíbrio29

Yago Neco Teixeira
Vinícius Pereira Bacurau
Francisco José de Paula Filho

O júri simulado na formação de professores de matemática 36

Francisca Dayane Ferreira de Sousa
Paulo Gonçalo Farias Gonçalves

Desenvolvimento de cultivares de *ocimum basilicum* L. de cor roxa no Cariri Cearense 42

Ana Cláudia Felipe de Morais
João Henrique Araujo de Albuquerque
Nynve Thanyar Brito de Almeida
José Lucas da Silva Neto
Cláudia Araújo Marco

Caracterização química do lodo de esgoto de uma ete da cidade de Juazeiro do Norte-CE..... 49

Suélho Pereira dos Santos
Elias Matias Bentes
Francisco José de Paula Filho

Fisiologia de vacas holandesas em clima semiárido 56

Alisson Oliveira Gomes
Arthur Oliveira Gomes
José Caio Alves Leal
José Valmir Feitosa
Antônio Nelson Lima da Costa



Avaliação do cadl, material alternativo para serviços de imprimação betuminosa em base rodoviária por meio da penetração e da permeabilidade 62

Iara Gabrielle Balbino dos Santos
Lilian Medeiros Gondim

Utilização da termografia de infravermelho em ovinos do grupo genético soinga na Região Sul do estado do Ceará 77

Arthur Oliveira Gomes
Alisson Oliveira Gomes
Danilo Leite Fernandes
Antônio Nelson Lima Costa
José Valmir Feitosa

Desenvolvimento de material cerâmico poroso refratário de hexaluminato de cálcio (ca6) a partir de resíduo da Pedra Cariri 83

Ana Gabriela da Silva Costa
Deusa Kelly Ferreira Bezerra Batista
Ana Candida de Almeida Prado

Uso esp32 para coleta de informações com rede local WiFi 89

Lairta Stefany dos Santos
José Nilton Araújo Junior
Carlos Wagner Oliveira

Ação de identificar fake news por futuros professores de ciências e matemática 95

Samara Sávia Braz Alves
Paulo Gonçalo Farias Gonçalves

Análise científica sobre herbário virtual 102

Maria Eduarda Xenofonte Carvalho
Erika Alves de Souza
Ines Mirlene da Silva Gonçalves

Desenvolvimento de um programa computacional para determinação das características morfométricas de uma bacia hidrográfica 106

Maísa de Calda Lopes
Vinicius Alves Pereira da Luz
Klinsmann Bezerra Rabelo
Vitória Tiffany Teixeira Braga
Maria Janielly do Nascimento Costa
Paulo Roberto Lacerda Tavares

Estudo do processo erosivo do solo do parque natural municipal das Timbaúbas por meio de ensaios de laboratório 113

Vinicius Alves Pereira da Luz
Maísa de Calda José Alex Rodrigues Lopes
Paulo Roberto Lacerda Tavares
Ana Patrícia Nunes Bandeira



Potencial germinativo de sementes de milho de pipoca armazenadas em germoplasma..... 120

Isadora Édua da Silva Lima
José Alex Rodrigues
Marina Matias Ursulino

Efeito da densidade de criação no desempenho e comportamento de frangos de corte de crescimento lento..... 126

Adilson Leonel dos Santos
Vinicius Moreira de Souza
Fernanda Larissa Silva Ferreira
Irani Ribeiro Vieira Lopes
Carlos Wagner Oliveira

Avaliar a adição de resíduos de vidro, de empresa local, no desenvolvimento de massas para a cerâmica de revestimento 134

Itamar Lúcio de Alencar Neto
Priscila Pereira Mota
Davi Alves de Moura
Maria Isabel Brasileiro Rodrigues

Caracterização genética de isolados de *fusarium* associados à podridão de banana no Cariri Cearense..... 141

Euzanyr Gomes da Silva
Ana Karoline Vieira dos Santos
Jadson Araujo da Silva
Ana Paula Oliveira de Barros
Sami Jorge Michereff
Kamila Câmara Correia

Estudo fotoeletroquímico do nanocompósito celulose- $ce_2(moo_4)_3$ como material funcional para sensores de dietilestilbestrol 148

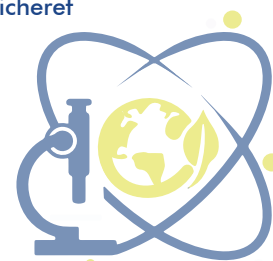
Vitória Hellem Marques Costa Guedes
Nicolas Moreira de Carvalho Gomes
André Oliveira Santos
Thiago Mielle Brito Ferreira Oliveira

Desempenho germinativo de acessos de feijão-fava (*phaseolus lunatus* L.) armazenados em banco de germoplasma..... 155

José Alex Ferreira Rodrigues
Isadora Édua da Silva Lima
Marina Matias Ursulino

Isolamento de bactérias formadoras de endósporo do rizoplano de bananeira e antagonismo a *fusarium oxysporum* f. *Sp. Cubense*, agente causal do mal do Panamá 161

Fabiola de Sousa Luna
Charem Jordânia Gomes Cruz
Ana Paula Oliveira de Barros
Kamila Câmara Correia
Sami Jorge Michereff



Atividade saprofítica de *rhizoctonia* em solos cultivados com coentro e potencial patogênico dos isolados 168

Layla Victória da Silva Sousa
Charem Jordânia Gomes Cruz
Rizelle de Oliveira Barros
Jadson Araújo da Silva
Ana Paula Oliveira de Barros
Sami Jorge Michereff
Kamila Câmara Correia

Análise da qualidade da água subterrânea: um estudo de caso na microbacia do Rio Saco Lobo, Crato-CE..... 175

Víctor Ardiles de Lima Oliveira
Celme Torres Ferreira da Costa
Francisco José de Paula Filho
Jorge Marcell Coelho Menezes

Impactos do clima no comportamento dos níveis freáticos na bacia sedimentar do Araripe, Ceará 183

Levy Felipe Santiago Saldanha
Renan Lemos Antonio
Celme Torres Ferreira da Costa

Murcha-de-fusário em feijão-caupi no Cariri cearense: prevalência em áreas de plantio, isolamento e identificação do patógeno..... 190

Cosma Amanda Alves Pereira
Daniel Yuri Xavier de Sousa
Damiana Andressa Alves Pereira
Jadson Araújo da Silva
Kamila Câmara Correia
Sami Jorge Michereff

Desempenho germinativo de sementes de diferentes acessos de *phaseolus lunatus* L. Submetidas à baixa temperatura 197

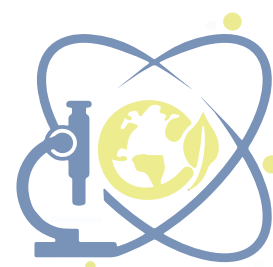
Kelli Cristina Cunha de França
Rafael Luís de Oliveira
João Paulo Amorim dos Santos

Germinação e vigor de sementes de acessos de *phaseolus lunatus* L. Submetidas a temperatura elevada 202

Rafael Luis de Oliveira
João Paulo Amorim dos Santos
Moab Elpigio dos Santos

Efeito da energia de soldagem nas propriedades do aço AISI 5160..... 207

Almir Herisson Costa dos Santos
Sabrina Morais de Alcântara
Carlos Marley de Souza Junior



Simulação de diagnóstico em AIAS 214

Wanderson Valentim Tavares
Camila Helena Souza Oliveira

Fortalecimento da cultura do artesanato com fibra de banana na comunidade de mulheres artesãs em Missão Velha/CE..... 222

Karoline Pereira Barros
Luan Teles Alves
Nícolas Suassuna Guedes

Controle biológico - solução em busca da sustentabilidade 226

João Paulo Ferreira de Lacerda
Maria Aline Alberto Gorgonio
Girleine Souza da Silva Alencar

Monitoramento de microrganismos em diferentes etapas de compostagens de resíduos de bananeira 233

Leticia Rejane Lima Araújo
Ana Paula Oliveira de Barros
Kamila Câmara Correia
Sami Jorge Michereff

Isolamento de bactérias fluorescentes do rizoplasma de bananeira e antagonismo a *fusarium oxysporum f. Sp. Cubense*, agente causal do mal do Panamá..... 240

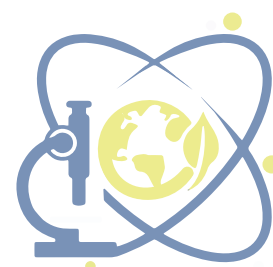
Charem Jordânia Gomes Cruz
Fabiola de Sousa Luna
Ana Paula Oliveira de Barros
Sami Jorge Michereff
Kamila Câmara Correia

Potencial micotoxigênico de isolados de fusarium causadores de podridão em banana no Cariri cearense 246

Ana Karoline Vieira dos Santos
Leticia Rejane Lima Araújo
Fabiola de Sousa Luna
Euzanyr Gomes da Silva
Ana Paula Oliveira de Barros
Sami Jorge Michereff
Kamila Câmara Correia

Prospecção de fontes de resistência à murcha-de-fusário em germoplasmas crioulos de feijão-caupi 253

Hanna Clarice Agapto Amorim
Jadson Araújo da Silva
Ana Paula Oliveira de Barros
Silvério de Paiva Freitas Júnior
Kamila Câmara Correia
Sami Jorge Michereff



Detecção de infecções de botryosphaeriaceae em restos de poda e materiais de propagação de videira..... 260

Everton Sebastião do Nascimento
Ana Paula Oliveira de Barros
Jadson Araújo da Silva
Ivna Ribeiro Salmito Melo
Kamila Câmara Correia
Sami Jorge Michereff

Combinando métodos de classificação e otimização para obter melhor desempenho na tarefa de classificar..... 267

Ana Laís Duarte Aquino Dumont
Rosilda Benício de Souza
Nicolas Moreira de Carvalho Gomes
Matheus Souza Leite

A correlação entre a diabetes mellitus e os achados neuropáticos: uma revisão de literatura.....275

Luigi Alencar de Souza
Laysa Maria Lacerda Oliveira Nascimento
Mateus Duarte Dumont de Matos

Biofertilizantes e microrganismos indutores de resistência às pragas do algodoeiro no semiárido cearense..... 280

Benedito Charlles Damasceno Neves
João Roberto Pereira dos Santos
Geraldo dos Santos Oliveira
Gildo Pereira de Araújo
Fábio Aquino de Albuquerque
Francisco Roberto de Azevedo

Caracterização de filmes biodegradáveis reforçados com fibras naturais, provenientes da agroindústria local..... 288

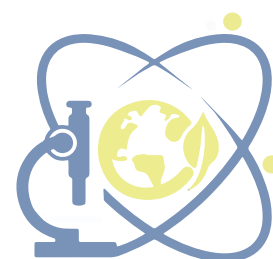
Benedito Charlles Damasceno Neves
João Roberto Pereira dos Santos
Geraldo dos Santos Oliveira
Gildo Pereira de Araújo
Fábio Aquino de Albuquerque
Francisco Roberto de Azevedo

Prevenção e detecção de conflitos de integração de código..... 296

Felipe Renan Fernandes
Paola Rodrigues de Godoy Accioly

Fluxo de metais traço associado ao material particulado em estuário tropical 302

Evelyn Elias Cruz
Lyndyanne Dias Martins
Francisco José de Paula Filho



Estimativa de carga de metais traço associado ao material particulado em estuário tropical..... 308

Sabrina Duarte Alencar
Lyndyanne Dias Martins
Francisco José de Paula Filho

Estudo bibliométrico e bibliográfico sobre geopolímeros 314

Beatriz Maria Nunes de Farias
Lívia Kelly Bezerra Gonçalves
Ana Cândida de Almeida Prado

O uso de recursos educacionais digitais em período de afastamento social: podcast 321

Felipe Nascimento Silva
Suyany Erika Alves Juca Furtado
Maria Iracema Pinho de Sousa

Síntese e caracterização de nanofibras de sílica, obtidas via SBS, utilizando PVP como polímero auxiliar: parte I 327

Keila da Conceição Costa
Maria Geórgia da Silva Andrade
Ermeson David dos Santos
Edvânia Trajano Teófilo

Caracterização geoquímica dos solos da bacia do Castanhão no médio Jaguaribe/CE 334

Brena Lins Gomes
Danilo Sampaio Abreu
Francisco José de Paula Filho

Desempenho germinativo de sementes de diferentes acessos de *Phaseolus lunatus* L. Submetidas à baixa temperatura 341

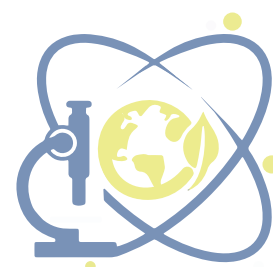
Kelli Cristina Cunha de França
Rafael Luís de Oliveira
João Paulo Amorin dos Santos

Síntese e caracterização de nanofibras de titânia – parte 1 346

Gabriela Esthefane Freire de Sá
Keila Conceição Costa
Maria Geórgia da Silva Andrade
Edvânia Trajano Teófilo

Obtenção de nanofibras poliméricas, via SBS, visando sua aplicação como adsorventes de metais pesados..... 353

Maria Geórgia da Silva Andrade
Keila da Conceição Costa
Gabriela Esthefane Freire de Sá
Edvânia Trajano Teófilo



Desenvolvimento de um aplicativo android para o controle de utilização de itens restritos..... 360

Marcos Renann Fernandes da Silva
Rafael Perazzo Barbosa Mota

RESUMOS SIMPLES366

Germinação e crescimento inicial de variedades crioulas e cultivares de Feijão Caupi..... 367

Alexsandro de Andrade Silva
Samila Barbosa Lisboa
Juan Carlos Alvarez-Pizarro

TRABALHOS COMPLETOS368

Efeitos do gradiente de altitude na abundância de aracnídeos (arachnida) edáficos e na variação pluviométrica em um brejo de altitude, Ceará 369

Raul Azevedo
Katherine Falcão Araújo
Francisco Roberto de Azevedo
Silvio Felipe Barbosa de Lima
André Felipe de Araújo Lima
Jobert Fernando Sobczak

Modelos individuais de previsões de séries temporais..... 382

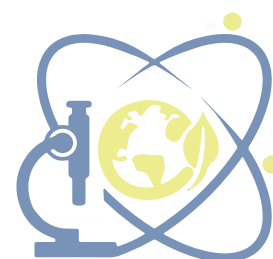
Séphora Fernandes Moreira
Paulo Renato Alves Firmino

Análise de ocorrências entre o período de 2019-2021 do 2º Batalhão de Polícia de Meio Ambiente Juazeiro do Norte-CE 396

Amanda Maria Tavares Moreira
Luana de Freitas Libório
Carlos Vinicius Barros Oliveira
Jailson Renato de Lima Silva
Fabiana Bezerra Correia
Otoniel Moreira Leite Lima

Um algoritmo polinomial para o problema de bipartização pela remoção de um emparelhamento em grafos livres de P_6 411

Cicero Samuel Santos Morais
Carlos Vinicius Gomes Costa Lima



Dosagem do concreto para blocos intertravados de pavimentos aplicando o rejeito de magnesita em substituição total aos agregados graúdos e miúdos 421

Bekembawer Fernandes Brito Gomes
Larissa Benício Esmeraldo Alves
Lilian Medeiros Gondim
Rayssa Pereira de Moraes

Estimativa do parâmetro cn utilizando geoprocessamento da Microbacia do Riacho Timbaúbas, em Juazeiro do Norte, CE 435

Vitória Tiffany Teixeira Braga
Maísa de Calda Lopes
Vinicius Alves Pereira da Luz
Klinsmann Bezerra Rabelo
Maria Janielly do Nascimento Costa
Paulo Roberto Lacerda Tavares

Avaliação da produção industrial de blocos de concreto para pavimento intertravado utilizando o rejeito da magnesita 447

Larissa Leonardo dos Santos
Lilian Medeiros Gondim
Larissa Benício Esmeraldo Alves

Dosagem do concreto para blocos intertravados usando o rejeito da magnesita como agregado miúdo 462

Rayssa Pereira de Moraes
Lilian Medeiros Gondim
Larissa Benício Esmeraldo Alves

Desenvolvimento de automação em sistema hidropônico NFT de baixo custo: cultura do alface 476

Antonio Hyago Mendes Gonçalves
Ana Célia Maia Meireles
Leoncio Gonçalves Rodrigues

Dinâmica da qualidade da água em sistema hidroponico NFT 487

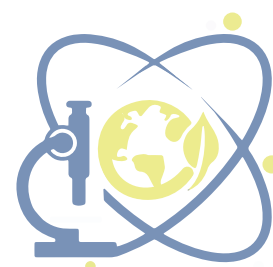
Davi Hudson Pereira Simões
Ana Célia Maia Meireles
Leôncio Gonçalves Rodrigues

Implementando camada de interface com o usuário de sistema de intervenção 500

Cicero Wesley Soares Feitosa
Paulo Renato Alves Firmino

Determinação da evapotranspiração diária e horária para o município de Barbalha-CE 515

Sérgio Manoel Alencar Sousa
Carlos Wagner Oliveira
José Vinicius Peixoto de Alencar Ramalho



**Mudanças no uso e ocupação do solo na Bacia do Rio Salamanca:
período de 1985 – 2020526**

José Vinícius Peixoto de Alencar Ramalho
Carlos Wagner Oliveira
Sérgio Manoel Alencar Sousa

**Identificando *stress* em textos de redes sociais em
português e inglês utilizando aprendizado de máquina 538**

Roberto Hugo Wanderley Pinheiro
Cícero Samuel Santos Morais

**Reprodução do ciclo de atividade solar 23 a partir dos
dados do soho através do python..... 552**

Dário Grangeiro
Tharcísyo Duarte

**Escolha da formulação para solução nutritiva
em cultivo hidropônico..... 563**

Lívia Soares Bernardo
Leôncio Gonçalves Rodrigues
Ana Célia Maia Meireles

**Implementando camada de interface com o usuário de
sistema de séries temporais 575**

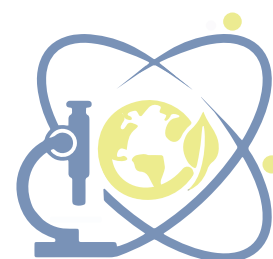
Marcos Renann Fernandes da Silva
Paulo Renato Alves Firmino

**Agregados graúdos: análise comparativa entre a brita de Pedra
Cariri e brita de resíduos de construção e demolição587**

Bruna Caroline de Farias Medeiros
José Matheus Lira Grangeiro
Yankara Pinheiro Sampaio
Yanne Pinheiro Sampaio
Yasminy Tavares dos Santos

**Desenvolvimento e produtividade do amendoim em
função do uso de herbicidas 601**

Camila Tawana Ferreira Santos
Pedro Alves Pinto
Eduardo Oliveira Nascimento
Igor Lindenberg Ventura Gonçalves
Felipe Thomaz da Camara



Alternativa de fecho mosquetão com impressão 3D 612

Liryan Samira Silva Pereira
Joyce Fernandes Frutuoso
Luiz Gustavo Menezes Morgado
Marcus Vinicius Almeida Menezes
Yitzhak Yoel Valladares Núñez
Maria Eduarda Soares Carvalho
Nazareno Mateus de Sousa
Wellen Monteiro Macedo
Maria Gabriela Leite de Sousa
Deborah Verniz
Cristine Marinho Uchoa Lopes
Thiago Bessa Pontes
Deborah Macedo dos Santos

**Óleo essencial de manjeriço (*ocimum basilicum*)
como defensivo natural 624**

Daniele Cruz Coelho
Bruno Sampaio de Medeiros
Eduardo Oliveira Nascimento
Francisco Wilson Dias Souza
Silvério de Paiva Freitas Junior
Janailton Coutinho
Allana Kellen Lima Santos Pereira

**Burn-in e avaliação de software de modelagem de
processos estocásticos..... 638**

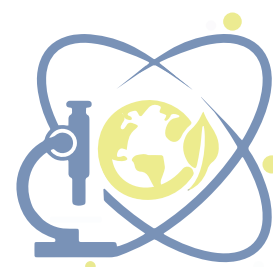
Francisco Junior Peixoto Dantas
Paulo Renato Alves Firmino

**Educação & eficácia: um estudo sobre a percepção da eficácia
coletiva e individual do professor.....652**

Maria Eduarda Soares Carvalho
Nazareno Mateus de Souza
Yitzhak Yoel Valladares Núñez
Liryan Samira Silva Pereira
Joyce Fernandes Frutuoso
Luiz Gustavo Menezes Morgado
Marcus Vinicius Almeida Menezes
Wellen Monteiro Macedo
Maria Gabriela Leite de Souza
Cristiane Marinho Uchôa Lopes
Deborah Macedo dos Santos
Thiago Bessa Pontes

**Contextualizando a educação ambiental a partir do estudo
da cobertura da superfície na mesorregião do sul cearense..... 666**

Maria Natália Marcena dos Santos
Alexandre Vieira Sousa
Francineide Amorim Costa Santos



Hefesto: nova ferramenta de contagem de gotas com informação sonora para deficientes visuais681

Luiz Gustavo Menezes Morgado
Maria Eduarda Soares Carvalho
Marcos Vinícius Almeida Menezes
Nazareno Mateus de Sousa
Felipe Cavalcante da Rocha
Wellen Monteiro Machado
Yitzhak Yoel Valladares Núñez
Maria Gabriela Leite de Sousa
Jorge Marcel Coelho Menezes
Cristiane Marinho Uchoa Lopes
Liryan Samira Silva Pereira
Deborah Macedo dos Santos
Joyce Fernandes Frutuoso
Thiago Bessa Pontes

Hefesto: adaptação de vidrarias para deficientes visuais695

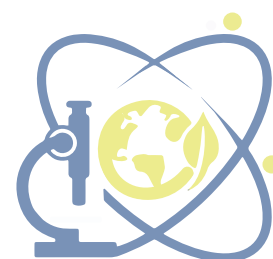
Marcus Vinícius de Almeida Menezes
Maria Eduarda Soares Carvalho
Luiz Gustavo Menezes Morgado
Nazareno Mateus de Souza
Jorge Marcell Coelho Menezes
Wellen Monteiro Macedo
Felipe Cavalcante Rocha
Maria Gabriela Leite de Souza
Joyce Fernandes Frutuoso
Deborah Macedo dos Santos
Liryan Samira Silva Pereira
Thiago Bessa Pontes

Pedra Cariri: uma análise bibliométrica sobre atividades de mineração e impactos ambientais decorrente dos rejeitos da extração707

Maria Gabriela Leite de Souza
Wellen Monteiro Macedo
Liryan Samira Silva Pereira
Joyce Fernandes Frutuoso
Luiz Gustavo Menezes Morgado
Marcos Vinicius Almeida Menezes
Yitzhak Yoel Valladares Núñez
Maria Eduarda Soares Carvalho
Nazareno Mateus de Sousa
Cristiane Marinho Uchoa Lopes
Deborah Macedo dos Santos
Thiago Bessa Pontes

Maternidade, trabalho e estudos: desafios de mulheres universitárias 719

Ana Cecília Figueirêdo Leite
Francione Charapa Alves
Felipe Fabrício Genuíno Sampaio



Escamas de peixe tilápia para adsorção de chumbo 733

Andreza Gonçalves Feitosa
Jorge Marcell Coelho Menezes
Leandro Marques Correia

Influência da adição de cal hidratada na argamassa para chapisco..... 747

Benjamin Rocha Arnou
Gabriel Dedes Sousa do Nascimento
Vitor de Oliveira Feitosa
Weendyo Frank Almeida Santos
Ycaro Alencar Maciel Santos

Sobre a dificuldade do processo f -reversível em grafos direcionados760

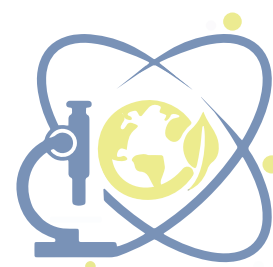
Isac Costa
Carlos Vinícius G.C Lima
Thiago Marcilon

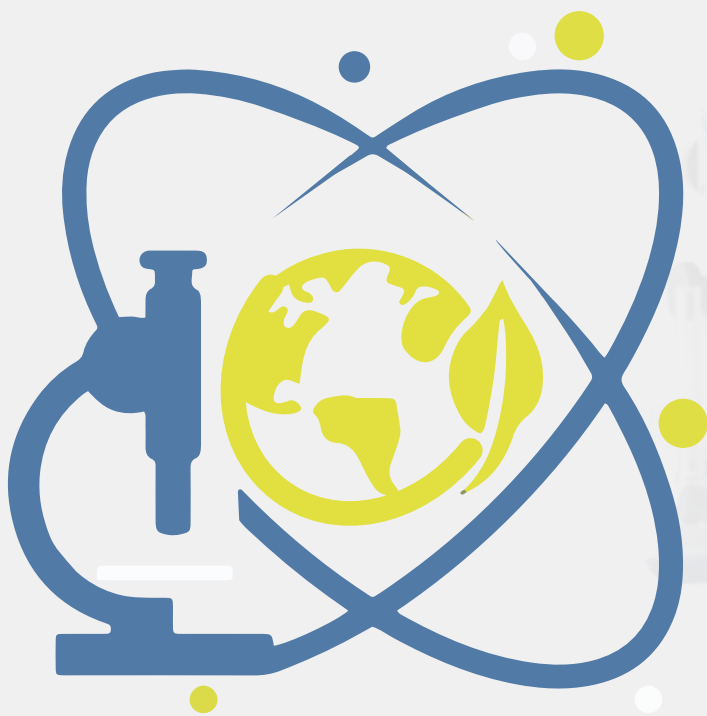
A influência da drenagem urbana na tomada de decisão para aquisição de um lote ou imóvel nos municípios de Juazeiro do Norte e Barbalha 772

Bruno Mateus Sampaio Cruz
Leoni de Souza Santos
Pedro Antonio Barros Bringel
Pedro Olavo Ribeiro Leite Neto
Pedro Alysson Castro Barboza
Amanda Bezerra de Souza

Bioplásticos funcionalizados: embalagens sustentáveis para alimentos798

Fagner Oliveira Rodrigues
Anderson Zhong Fan
Pedro Henrique Ferreira Luna
Leandro Marques Correia
Allana Kellen Lima Santos Pereira





Resumos Expandidos

**Ciência e tecnologia para
o desenvolvimento social**

PRODUÇÃO DE MUDAS DE CULTIVARES DE *OCIMUM BASILICUM* L. DE COR ROXA EM SUBSTRATOS DISTINTOS

Ana Cláudia Felipe de Morais¹

Nynnye Thaynar Brito de Almeida²

Benedito Charlles Damasceno Neves³

Cláudia Araújo Marco⁴

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Ocimum basilicum* L., comumente conhecida como manjeriço, pertencente à família Lamiaceae, apresenta grande valor econômico, pois é muito utilizada para diversos fins, como condimentar, medicinal, aromática, na indústria farmacêutica e de cosméticos e para produção de óleo essencial (BLANK *et al.*, 2010; ROSADO *et al.*, 2011). Também apresenta grande potencial de utilização para fins ornamentais, tendo em vista a beleza das plantas, a diversidade das formas e das cores, principalmente a coloração roxa existente em algumas variedades (FRANÇA *et al.*, 2017).

Verificada a importância da espécie, é perceptível a necessidade de obter produção homogênea, com plantas vigorosas e bouquet de qualidade, com cuidados que vão desde a produção de mudas (BLANK *et al.*, 2014) até o seu total desenvolvimento. Porém, poucos trabalhos vêm sendo desenvolvidos em relação à produção de mudas e ao cultivo do manjeriço.

No que se refere à produção de mudas, as cultivares de manjeriço podem apresentar diferenças de desenvolvimento de acordo com a região de cultivo e fatores bióticos e abióticos (PFLASTERER *et al.*, 2005) e entre estes os substratos afetam diretamente a formação e a arquitetura do sistema radicular,

¹ Agronomia, Universidade Federal do Cariri, ana.claudia@aluno.ufca.edu.br

² Agronomia, Universidade Federal do Cariri, nynnye.thaynar@aluno.ufca.edu.br

³ Agronomia, Universidade Federal do Cariri, benedito.charlles@aluno.ufca.edu.br

⁴ Professora Doutora, Universidade Federal do Cariri, claudia.marco@ufca.edu.br



além do fornecimento de nutrientes para as plantas (MAGGIONI *et al.*, 2014).

Assim, o presente trabalho objetivou avaliar a produção de mudas de três cultivares de *O. basilicum* de cor roxa em substratos distintos.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em área experimental do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB) da Universidade Federal do Cariri (UFCA), no município de Crato, Ceará, nas coordenadas 07°13'46" de latitude sul e 39°24'32" de longitude oeste.

Os tratamentos foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 X 2, sendo três cultivares de manjeriço roxo: DarkOpal, Manjeriço Basilicão Vermelho e Manjeriço Basilicão Vermelho Rubi e dois substratos formados pela mistura de solo do local e esterco curtido bovino na proporção de 1:2 e 1:3 (v:v), com três repetições e 24 plantas por cada repetição.

O experimento teve início com a semeadura em bandeja de poliestireno de 128 células, que ficaram inicialmente sob telado com sombrite 50%, sendo que 14 dias após a semeadura foram transferidas para ambiente com maior luminosidade e sem cobertura lateral. A irrigação foi feita duas vezes ao dia com regador manual de crivo fino.

A contagem das plantas emergidas aconteceu diariamente até o 16º dia após a semeadura, consideraram-se como emergidas sementes que deram origem a plântulas normais, ou seja, com todas as suas estruturas essenciais bem desenvolvidas, completas, proporcionais e saudáveis.

Com as plantas ainda nas bandejas foram analisadas as variáveis, porcentagem de emergência (PE), índice de velocidade de emergência (IVE), conforme metodologia recomendada por Maguire (1962) e Tempo Médio de Emergência (TME) calculado pela fórmula citada por Silva e Nakagawa (1995).

A análise de variância foi realizada mediante aplicação do Teste F em nível de 5% de probabilidade e, quando significativo, as médias das variáveis foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Foi utilizado o programa Sistema de Análise de Variância (SISVAR) da Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2000).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

No Brasil, a espécie *O. basilicum* L. é cultivada com o objetivo de comercializar suas folhas que podem ser utilizadas in natura, frescas ou secas como condimento ou como aromatizante. Seu cultivo constitui uma alternativa geradora de emprego e renda para pequenos agricultores (MILITÃO; FURLAN, 2014).

A taxonomia do manjericão tem sido muito complicada pela hibridização interespecífica e poliploidia, bem como diversidade morfológica e variação quimiotípica nas espécies de manjericão (LI; CHANG, 2015).

Propaga-se tanto por sementes como por estacas. As sementes de manjericão são relativamente pequenas sendo que algumas cultivares são semeadas diretamente no campo, principalmente por pequenos produtores rurais para a comercialização da planta como condimento (MAGGIONI *et al.*, 2014).

Produzir mudas e plantas com qualidade, de baixo custo, homogêneas e vigorosas é fundamental para o cultivo comercial de plantas medicinais. Nesse sentido, o substrato se constitui num elemento muito complexo, uma vez que ele exerce influência sobre a germinação/emergência de plântulas e sobre a qualidade das mudas (ALEXANDRE *et al.*, 2006).

A aplicação de esterco bovino em solos, além do efeito direto no suprimento de nutrientes para as plantas, contribui para a permeabilidade e infiltração da água, favorece a microbiota natural do solo, melhora as condições físicas do solo e contribui para baixar os teores de alumínio trocável (COSTA, 1983; GUIMARÃES, 2008). A adubação com esterco bovino nas plantas medicinais, além de ser parte essencial nos sistemas de cultivo orgânico, fornece nutrientes para as plantas e merece destaque, pois a deficiência ou o excesso de nutrientes pode interferir na produção de biomassa e na quantidade de princípio ativo (COSTA *et al.*, 2008).

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Através da Tabela 1 é possível verificar a análise de variância para os parâmetros relacionados à emergência de mudas de *O. basilicum*, levando em conta os fatores (cultivar e substratos) estudados.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para as variáveis, índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), percentagem de emergência (PE) e Emergência Total (ET) de mudas de *O. basilicum* cvs: DarkOpal, Basilicão Vermelho e Basilicão Vermelho Rubi. Crato-CE, 2022

Quadrados Médios				
	IVE	TME	PE	ET
Cultivar (C)	2,62*	2,172 ^{ns}	858*	44,06 ^{ns}
Substrato (S)	0,008 ^{ns}	5,56e-4 ^{ns}	199 ^{ns}	2,72 ^{ns}
C*S	0,29 ^{ns}	0,155 ^{ns}	180 ^{ns}	12,39 ^{ns}
Resíduo	0,48 ^{ns}	0,920 ^{ns}	240 ^{ns}	13,56 ^{ns}
CV%	30,02	13,40	27,05	27,05

Legenda: *Significativo e ^{ns}Não-significativo a 5% pelo teste F. Índice de velocidade de emergência (IVE), Tempo médio de emergência (TME), Porcentagem de emergência (PE) e Emergência total (ET).

A partir da análise de variância foi possível verificar que as cultivares diferiram entre si para as variáveis, Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e Porcentagem de Emergência (PE) com boa precisão experimental, pois os coeficientes de variação ficaram no intervalo de 1,29% a 34% (CRUZ, 2006).

Através da tabela 2 se observa variação entre as cultivares mediante o Tukey a 5% de probabilidade. Dessa forma, se verifica que o IVE e a PE apresentaram resultados diferenciados em função da cultivar, enquanto as variáveis TME e ET não foram influenciadas por estas.

Tabela 2 – Índice de Velocidade de Emergência (IVE); Percentagem de Emergência (PE), Tempo Médio de Emergência (TME) e Emergência Total (ET) avaliadas na produção de mudas de *O. basilicum* cvs: DarkOpal, Basilicão Vermelho e Basilicão Vermelho Rubi. Crato-CE, 2022

Médias				
Cultivar	IVE	PE (%)	TME (dias)	ET
DarkOpal	2,35 ab	56,25 ab	7,25 a	14,16 ab
Basilicão Vermelho	2,92 a	66,65 a	6,52 a	16,00 a
Basilicão Verm. Rubi	1,60 b	41,3 b	7,71 a	10,66 b
CV (%)	30,02	27,05	13,40	27,05

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A cultivar Basilicão Vermelho apresentou melhores resultados no tocante as características de IVE (2,92) e PE (66,65%), embora não tenha diferido estatisticamente da cultivar DarkOpal (Tabela 2). Os menores resultados de germinabilidade foram obtidos pela cultivar Basilicão Vermelho Rubi, que apresentou 41,3% de emergência e IVE de 1,60. O vigor da semente representa um conjunto de fatores que resultam no potencial que a semente tem para germinar, emergir e resultar rapidamente em uma plântula normal, e isso está diretamente relacionado com o IVE e com a PE.

O IVE é um índice calculado a partir dos dados de contagem de plantas emergidas, que tem como objetivo estabelecer a velocidade de emergência de um lote de sementes, quando comparado a outros. Ao apresentar boa porcentagem de emergência, e um valor alto de IVE, pode-se afirmar que a semente está em boas condições físicas e químicas, aumentando a precisão dos ensaios de competição (KRZYŻANOWSKI; FRANÇA NETO, 2001; BRASILEIRO; CARVALHO; KARIA, 2008).

5 CONCLUSÕES

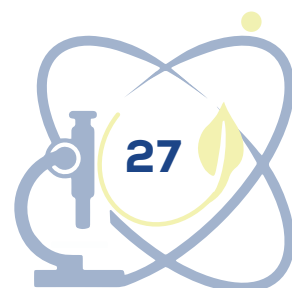
A cultivar Basilicão Vermelho apresentou melhores resultados no tocante as características de índice de velocidade de emergência e porcentagem de emergência das mudas. Os substratos não afetaram a produção das mudas das cultivares de manjeriço de cor roxa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq, pelo incentivo financeiro a pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, R. S.; WAGNER JÚNIOR, A.; NEGREIROS, J. R. S.; BRUCKNER, C. H. Estádio de maturação dos frutos e substratos na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de jabuticabeira. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 227-230, 2006.
- BLANK, A. F.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; CARVALHO FILHO, J. L. S.; SANTOS NETO, A. L.; AMANCIO-LIMA, V. F. Produção de Mudas de Manjeriço com Diferentes Tipos de Substratos e Recipientes. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 39-44, 2014. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/14127>. Acesso em: 26 dez. 2022.
- BLANK, A. F.; SOUZA, E. M.; PAULA, J. W. A.; ALVES, P. B. Comportamento fenotípico e genotípico de populações de manjeriço. **Horticultura Brasileira**, [s. l.], v. 28, n. 3, p. 305-310, jul./set. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/MtX4BpPbfbcmTmTry4WFjQPb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 26 dez. 2022.
- BRASILEIRO, M. S.; CARVALHO, M. A.; KARIA, C. T. Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9., Brasília, DF. **Anais [...]**. [S. l.]: [s. n.], 2008. p.12-17.
- COSTA, L. C. B.; PINTO, J. E. B. P.; CASTRO, E. M.; BERTOLUCCI, S. K. V.; CORRÊA, R. M.; REIS, É. S.; ALVES, P. B.; NICULAU, E. S. Tipos e doses de adubação orgânica no crescimento, no rendimento e na composição química do óleo essencial de elixir paregórico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2173-2180, nov. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/C4VVLJXxWm7pBBRjkDgR9dQ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 26 dez. 2022.
- COSTA, M. P. **Efeito da matéria orgânica em alguns atributos do solo**. 1983. 137 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1983.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: estatística experimental e matrizes**. Viçosa-MG: Editora UFV, 2006. 285 p.



FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. *In*: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., São Carlos. **Anais [...]**. São Carlos: UFSCar, 2000.

GUIMARÃES, A. S. **Crescimento inicial do Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L.) em função de fontes e quantidades de fertilizante**. 2008. 92 f. Tese (Doutorado em Ecologia Vegetal e Meio Ambiente) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2008.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. Vigor de sementes. Trabalho técnico, **Informativo Abrates**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 81-84, dez. 2001. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105000/1/Vigor-de-sementes.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2022.

LI, Q. X.; CHANG, C. L. Basil (*Ocimum basilicum* L.). *In*: PREDDY, V. R. **Essential Oils**: in food preservation flavor and safety. Havaí, EUA: Academic Press, 2015. p. 231-238. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00025-0>. Acesso em: 26 dez. 2022.

MAGGIONI, M. S.; ROSA, C. B. C. J.; ROSA JUNIOR, E. J.; SILVA, E. F.; ROSA, Y. B. C. J.; SCALON, S. P. Q.; VASCONCELOS, A. A. Desenvolvimento de mudas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em função do recipiente e do tipo e densidade de substratos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 10-17, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-05722014000100002>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/6m7YBQVpD4Ky4bcCdhqbbgv/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 26 dez. 2022.

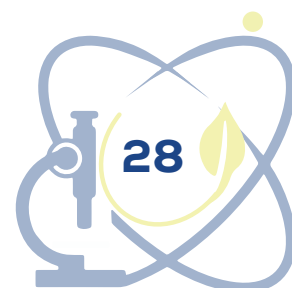
MAGUIRE, T. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>. Disponível em: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>. Acesso em: 26 dez. 2022.

MILITÃO, F. L.; FURLAN, M. R. Alimento funcional através do uso de *Ocimum basilicum* L. (manjeriço) como aromatizante e tempero. **Revista Acadêmica Oswaldo Cruz**, [s. l.], v. 1, n. 4, 2014.

PFLASTERER, G.; NAEVE, L.; JAURON, R.; NELSON, D. **Growing and Using Basil**. Reiman Gardens: Iowa State University, 2005.

ROSADO, L. D. S.; PINTO, J. E. B. P.; BOTREL, P. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; NICULAU, E. S.; ALVES, P. B. Influência do processamento da folha e tipo de secagem no teor e composição química do óleo essencial de manjeriço cv. Maria Bonita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 2, p. 291-296, mar./abr. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/V3TPvTbLztmK7zP47dDB8xc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 26 dez. 2022.

SILVA, J. B.; NAKAGAWA, J. Estudos de fórmulas para cálculo de velocidade de germinação. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 5, n. 1, p. 62-73, 1995.



ADSORÇÃO DE FÓSFORO DE SOLUÇÃO AQUOSA POR CINZAS DA CASCA DE *CARYOCAR CORIACEUM* WITTM:

ESTUDO CINÉTICO E DE EQUILÍBRIO

Yago Neco Teixeira¹

Vinicius Pereira Bacurau²

Francisco José de Paula Filho³

1 INTRODUÇÃO

A reciclagem de nutrientes que acabam se tornando resíduos é essencial para a construção de uma sociedade sustentável. Dentre esses nutrientes, o fósforo (P) se faz presente como essencial para os organismos vivos (SHAO *et al.*, 2022). Embora ele seja fundamental para a vida, o P também é o principal causador da eutrofização em corpos hídricos (ELSER; BENNETT, 2011).

Diante disso, a adsorção tem ganhado grande notoriedade nos processos de recuperação de P, visto que é um dos processos mais simples, seguros e eficientes. Vários estudos mostram a aplicação de diferentes resíduos como bioadsorventes eficientes na remoção de P de soluções aquosas, como por exemplo: fibras de tamareira (RIAHI *et al.*, 2007) e medula de coco modificada (KRISHNAN; HARIDAS, 2008).

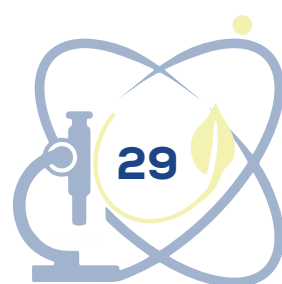
Na região Cariri do estado do Ceará é encontrado o fruto pequi da espécie *Caryocar coriaceum* WITTM. A extração do pequi gera uma grande quantidade de resíduos, principalmente as cascas que acabam não sendo utilizadas.

As Cascas do Pequi (CP), consideradas resíduos agrícolas, podem ser usadas como matéria-prima para o desenvolvimento de bioadsorventes capazes de remover contaminantes de soluções aquosas, uma vez que são de fácil obtenção e baixo custo.

¹ yago.neco.teixeira@hotmail.com Universidade Federal do Cariri.

² viniciusbacurau@gmail.com Universidade Federal de São Carlos.

³ francisco.filho@ufca.edu.br Universidade Federal do Cariri.



Assim, o objetivo deste trabalho é estudar a capacidade adsortiva das Cinzas da Casca de Pequi (CCP) na remoção de P de soluções aquosas e determinar os parâmetros cinéticos e de equilíbrio.

2 METODOLOGIA

2.1 Preparação das cinzas

Os bagaços de pequi foram coletados no mercado público da cidade do Crato-CE. Após coletados, a CP foi separada através de lâminas para obtenção apenas do exocarpo do fruto. Primeiramente, a CP passa por uma lavagem com água deionizada seguida da secagem em estufa a 90 °C por um período de 4 horas.

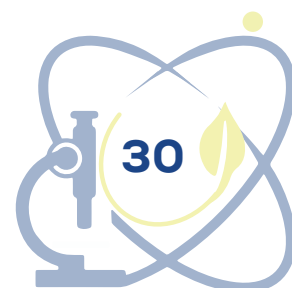
Logo após, a CP passa por um processo de moagem. Em seguida, ocorre a segunda lavagem com água deionizada e um segundo processo de secagem em estufa a 90 °C por um período de 4 horas.

Após a CP estar completamente seca, foram pesados 10 g do material em um cadinho e este foi levado para calcinação em mufla, com taxa de aquecimento de 20 °C min⁻¹ até atingir 500 °C. A amostra foi mantida nessa temperatura por duas horas em atmosfera oxidativa para ocasionar a formação da CCP. Após o resfriamento, a CCP foi macerada e peneirada. A granulometria da CCP foi de *mesh* 115 (125 µm).

2.2 Experimentos de adsorção

Os estudos de adsorção de P foram realizados em batelada. Todos os parâmetros de adsorção analisados foram realizados utilizando soluções preparadas com KH₂PO₄ em água deionizada. O volume de solução por amostra em todos os experimentos foi de 10 ml.

Foram realizados experimentos preliminares de adsorção usando tanto CP quanto CCP. Porém, CP apresentou resultados insignificantes para adsorção de P. Logo, CCP foi utilizada em todos os experimentos subsequentes.



A cinética de adsorção foi analisada utilizando intervalos de 1 até 300 min. As concentrações iniciais de P estudadas nessa etapa foram de 100 mg L⁻¹, 150 mg L⁻¹ e 200 mg L⁻¹. No estudo do equilíbrio, amostras contendo concentrações de P de 100 até 400 mg L⁻¹ foram analisadas nas temperaturas de 10, 20 e 30 °C.

Após cada etapa descrita anteriormente, a CCP foi separada das soluções por filtração. A concentração de P nas amostras filtradas foi analisada através do método de Murphy e Riley (MURPHY; RILEY, 1962), usando espectrofotômetro de UV-VIS (*Shimadzu*, UV 1800) com comprimento de onda de 882 nm.

2.3 Análises dos experimentos

Todos os resultados de capacidade de adsorção foram calculados através das equações 1 e 2:

$$q_t = \left(\frac{C_0 - C_t}{m} \right) V \quad 1$$

$$q_e = \left(\frac{C_0 - C_e}{m} \right) V \quad 2$$

Onde: C₀, C_t e C_e são a concentração de P inicial, a concentração de P em um tempo determinado e a concentração de P no equilíbrio na fase líquida (mg L⁻¹), respectivamente, q_t e q_e são as capacidades de adsorção da CCP em um tempo determinado e no tempo de equilíbrio (mg g⁻¹), respectivamente, m é a massa do bioadsorvente (g) e V o volume da solução (L).

Os resultados cinéticos foram analisados usando os modelos de pseudo-primeira ordem (Equação 3), pseudo-segunda ordem (Equação 4) e Elovich (Equação 5).

$$q_t = q_e (1 - e^{-k_1 t}) \quad 3$$

$$q_t = \frac{q_e k_2}{1 + q_e k_2 t} \quad 4$$

$$q_t = \frac{1}{\beta} \ln \left[\frac{1}{1 - \alpha \beta t} \right] \quad 5$$

Onde: k₁ e k₂ são as constantes de adsorção de pseudo-primeira ordem (min⁻¹) e pseudo-segunda ordem (g mg⁻¹ min⁻¹), respectivamente, α é a taxa de adsorção inicial (mg g⁻¹ min⁻¹), β é a constante de dessorção (mg g⁻¹) e t é o tempo (min).

Os resultados de equilíbrio foram analisados usando os modelos de isotermas de adsorção de Freundlich (Equação 6) e Langmuir (Equação 7).

$$q_e = k_F C_e^{1/n} \quad 6$$

$$q_e = \frac{q_m \cdot k_L C_e}{1 + k_L C_e} \quad 7$$

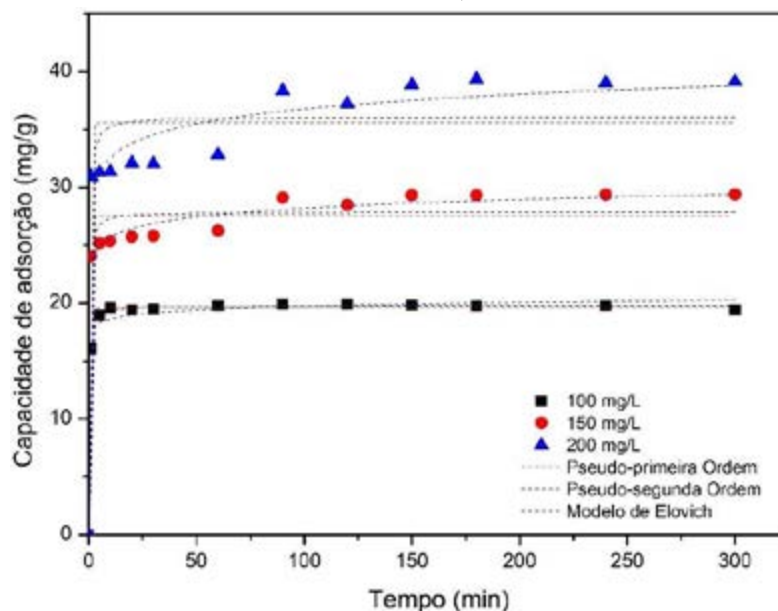
Onde: k_F e k_L são as constantes das isotermas de Freundlich ($\text{mg g}^{-1} (\text{mg L}^{-1})^{-1/n}$) e Langmuir (L mg^{-1}), respectivamente, n é a constante relacionada a heterogeneidade da superfície do adsorvente e $q_{m\acute{a}x}$ é a capacidade máxima de adsorção (mg g^{-1}).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Cinética de adsorção

O estudo da cinética de adsorção é fundamental para determinar o tempo necessário para que o estado estacionário (equilíbrio) seja atingido. A Figura 1 expõe tanto os dados experimentais quanto os modelos cinéticos. Na Tabela 1 estão resumidos os parâmetros determinados para os três modelos cinéticos.

Figura 1 - Estudo cinético para diferentes concentrações de P (pH 9,5; CCP 5 g L^{-1} ; 30 °C)



Fonte: Autoria própria (2021).

Tabela 1 - Parâmetros cinéticos do processo de adsorção de P por CCP

Bioadsorvente	Conc. de P (mg/L)	Pseudo-Primeira Ordem				Pseudo-Segunda Ordem		
		$q_{e,exp}$ (mg/g)	q_e (mg/g)	k_1 (1/min)	R_{adj}^2	k_2 q_e (mg/g)	(g/mg.min)	R_{adj}^2
CCP	100	19,91	19,62	1,711	0,998	19,80	0,221	0,999
	150	29,39	27,57	2,053	0,948	27,87	0,176	0,959
	200	39,34	35,60	2,033	0,892	36,10	0,115	0,908
	Elovich							
	α	β (mg/g)	R_{adj}^2					
	100	19,91	6,73E+15	2,119	0,985			
	150	29,39	1,92E+09	0,918	0,991			
	200	39,34	9,01E+06	0,544	0,971			

Fonte: Autoria própria (2021).

A análise da Figura 1 esclarece que a cinética de adsorção é bastante rápida, sendo atingido o equilíbrio em 10 minutos para uma concentração de P de 100 mg L⁻¹ e em 90 minutos para as concentrações de 150-200 mg L⁻¹.

Durante o período inicial do processo, a disponibilidade de sítios ativos vazios para a adsorção é muito maior, conseqüentemente, a adsorção de P é favorecida. Com o passar do tempo, a quantidade de sítios ativos vazios diminui, ao ponto que os sítios restantes tiveram o processo de adsorção dificultado devido às forças repulsivas dos íons P já adsorvidos na superfície da CCP (KARADAG *et al.*, 2007).

Através da análise dos valores apresentados na Tabela 1, pode-se concluir que o modelo que melhor se ajustou foi o modelo de Elovich, visto que apresentou valores de coeficientes de determinação (R_{adj}^2) elevados em toda a faixa de concentração estudada, sendo um forte indicativo de adsorção química (CUI *et al.*, 2019).

3.2 Isotermas de adsorção

O estudo do equilíbrio e as isotermas de adsorção são importantes, pois eles fornecem parâmetros como a capacidade máxima de adsorção do bioadsorvente e a interação entre P e CCP. A Tabela 2 apresenta os dados experimentais e os parâmetros encontrados a partir dos modelos de isotermas usados nesse estudo.

Tabela 2 – Parâmetros das isotermas de adsorção (pH 9,5; CCP 5 g L⁻¹; 150 rpm; 90 min)

Bioadsorvente	T (°C)	Langmuir				Freundlich		
		$q_{m\acute{a}x_exp}$ (mg g ⁻¹)	$q_{m\acute{a}x}$ (mg g ⁻¹)	k_L (L mg ⁻¹)	R_{adj}^2	k_F (L mg ⁻¹)	n	R_{adj}^2
CCP	10	71,08	79,50	0,16	0,90	21,48	3,12	0,82
	20	61,21	59,36	0,40	0,92	28,92	6,33	0,68
	30	50,53	48,64	0,56	0,97	26,56	7,67	0,77

Fonte: Autoria própria (2021).

A partir da Tabela 2, é possível concluir que o modelo de Langmuir foi o que melhor se ajustou ao processo de adsorção de P por CCP na faixa de temperatura estudada, visto que, além de apresentar R_{adj}^2 elevado, esse modelo também apresentou o $q_{m\acute{a}x}$ teórico próximo ao $q_{m\acute{a}x}$ encontrado nos experimentos ($q_{m\acute{a}x_exp}$).

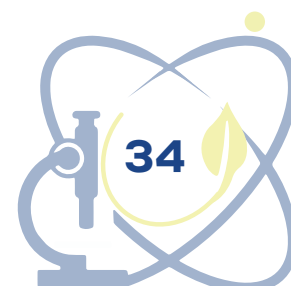
O modelo de Freundlich não se adequou bem ao presente estudo, devido ao baixo valor do coeficiente de determinação ($R_{adj}^2 < 0,90$). A máxima capacidade de adsorção do modelo de Langmuir ($q_{m\acute{a}x} = 79,50$ mg g⁻¹) foi atingida na temperatura de 10°C, indicando um processo de natureza exotérmica.

Em relação a constante de equilíbrio do modelo de Langmuir (k_L), o fato de ser menor que 1 indica que há afinidade entre o P e a CCP, favorecendo a adsorção.

4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, conclui-se que o modelo cinético que melhor se ajustou foi o modelo de Elovich, sendo um forte indicativo de adsorção química. O modelo de Langmuir foi o modelo de isoterma que melhor se ajustou a faixa de temperatura estudada. A maior capacidade de adsorção ocorreu na temperatura de 10 °C ($q_{m\acute{a}x} = 71,08$ mg g⁻¹) e o processo possui natureza exotérmica.

Portanto, o presente estudo expõe que a CCP pode ser usada como um bioadsorvente eficiente para a remoção de P de soluções aquosas. O uso de CCP apresenta um forte impacto, tendo efeito positivo para o desenvolvimento regional sustentável, pois dá destino a um resíduo muito comum na região do Cariri que, geralmente, é descartado de maneira inadequada.



REFERÊNCIAS

CUI, X.; LI, E.; Yao, Z.; SHEN, Y.; ELE, Z.; YANG, X.; NG, C. Y.; CHI-HWA, W. Removal of nitrate and phosphate by chitosan composited beads derived from crude oil refinery waste: Sorption and cost-benefit analysis. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 207, p. 846-856, Jan. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.027>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965261833035X?via%3Dihub>. Acesso em: 27 dez. 2022.

ELSER, J.; BENNETT, E. Phosphorus cycle: a broken biogeochemical cycle. **Nature**, [s. l.], v. 478, p. 29-31, Oct. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1038/478029a>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/478029a>. Acesso em: 27 dez. 2022.

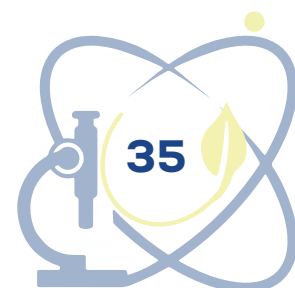
KARADAG, D.; KOC, Y.; TURAN, M.; OZTURK, M. A comparative study of linear and non-linear regression analysis for ammonium exchange by clinoptilolite zeolite. **Journal of Hazardous Materials**, [s. l.], v. 144, n. 1-2, p. 432-437, June 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.10.055>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389406012799?via%3Dihub>. Acesso em: 27 dez. 2022.

KRISHNAN, K. A.; HARIDAS, A. Removal of phosphate from aqueous solutions and sewage using natural and surface modified coir pith. **Journal of Hazardous Materials**, [s. l.], v. 152, n. 2, p. 527-535, Apr. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.07.015>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389407010096?via%3Dihub>. Acesso em: 27 dez. 2022.

MURPHY, J.; RILEY, J. P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Analytica Chimica Acta**, [s. l.], v. 27, p. 31-36, 1962. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(00\)88444-5](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(00)88444-5). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003267000884445?via%3Dihub>. Acesso em: 27 dez. 2022.

RIAHI, K.; THAYER, B. B.; BENMAMMOU, A.; BENAMMAR, A.; HABIBJAAFURA, M. Biosorption characteristics of phosphates from aqueous solution onto *Phoenix dactylifera* L. date palm fibers. **Journal of Hazardous Materials**, [s. l.], v.170, n. 2-3, p. 511-519, Oct. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.05.004>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389409007663?via%3Dihub>. Acesso em: 27 dez. 2022.

SHAO, Q.; ZHANG, Y. LIU, Z.; LONG, L.; LIU, Z.; CHEN, Y.; LU, M.; ZHIHUANG, L. Phosphorus and nitrogen recovery from wastewater by ceramsite: Adsorption mechanism, plant cultivation and sustainability analysis. **Science of Total Environment**, [s. l.], v. 805, n. 150288, p. 1-12, Jan. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150288>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721053651?via%3Dihub>. Acesso em: 27 dez. 2022.



O JÚRI SIMULADO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Francisca Dayane Ferreira de Sousa¹

Paulo Gonçalo Farias Gonçalves²

1 INTRODUÇÃO

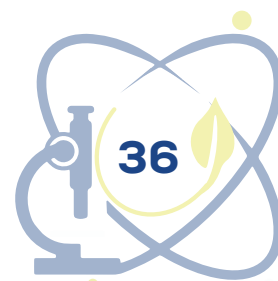
A argumentação é uma temática emergente nas pesquisas sobre o processo de ensino-aprendizagem (SÁ; QUEIROZ, 2011). Dessa forma, diversos autores têm buscado estudar o tema e como ele influencia na aprendizagem de diferentes áreas do conhecimento. Falar e argumentar com clareza se faz fundamental para uma boa comunicação, além disso, saber se comunicar é importante para qualquer profissão. Sendo assim “ensinar os alunos a argumentar, cientificamente, é hoje um objetivo pedagógico prioritário” (COSTA, 2008, p. 1).

Logo, fazer com que os estudantes usem a habilidade de argumentar permite que eles enxerguem a construção do conhecimento como um processo em que as ciências são questionadas, mudadas ou revistas. Com isso, o objetivo de trabalhar a argumentação é possibilitar que os estudantes sejam capazes de constatar fatos, conceitos e hipóteses e que, além disso, através de evidências, sejam capazes de justificar e defender suas ideias quando confrontadas (COSTA, 2008).

Diante disso, a presente pesquisa apresenta uma experiência educativa que teve o intuito de estudar a ação de argumentar por meio do Júri Simulado, com discentes de Licenciatura em Matemática do Instituto de Formação de Educadores (IFE), da Universidade Federal do Cariri (UFCA).

¹ Graduada em Licenciatura em Matemática pela UFCA. E-mail: fdfds1998@gmail.com

² Doutor em Educação pela UFRN. E-mail: paulo.goncalo@ufca.edu.br



2 FUNDAMENTAÇÃO

O júri simulado:

[...] é uma estratégia de ensino que tem como objetivo discussões sobre diversas temáticas pertinentes à sociedade, desenvolvendo assim o senso crítico, estimulando a participação e a reflexão dos alunos, bem como ampliando suas competências e habilidades (AZEVEDO *et al.*, 2017, p. 185).

Essas temáticas geralmente são temas problematizadores que são potencialmente geradores de polêmicas e que envolva opiniões divergentes ao tema abordado (SILVA; MARTINS, 2009).

Dessa forma, o júri simulado pode ser utilizado como um recurso metodológico no contexto educacional, uma vez que os estudantes participam ativamente desse processo, desenvolvendo assim habilidades fundamentais tanto para o processo de ensino-aprendizagem como também para o seu desenvolvimento pessoal.

Vieira *et al.* (2014) diz que o emprego de júris simulados é uma estratégia para propiciar o uso de argumentações na formação de professores e serve como recurso para proporcionar uma aprendizagem melhor aos estudantes e desenvolver suas habilidades argumentativas, uma vez que estão todos os momentos da construção do conhecimento.

Essa estratégia de ensino simula um tribunal judiciário em que os participantes têm papéis determinados e são divididos em três grupos: um grupo que apresenta argumentos a favor da questão que está sendo julgada (advogados de defesa), um grupo que apresenta argumentos contrários a questão proposta (advogados de acusação) e um terceiro grupo composto por jurados, que definem o que vai ser aceito como consenso, ou seja, o veredito final. No âmbito desse processo, o professor fará o papel de juiz e ficará coordenando a prática (SILVA; MARTINS, 2009).

O processo inicia com a proposição de um tema, contendo dois pontos de vista: um favorável e outro contrário. Os grupos de acusação e de defesa lançam suas teses iniciais, seguidas dos momentos alternados que podem conter: réplicas, trélicas e considerações finais. Por fim, o júri se reúne para um debate

sobre os argumentos apresentados pelas partes e decreta o veredito final.

Uma vez que os estudantes, no decorrer do júri simulado, irão debater ideias favoráveis e contrárias a um determinado tema, com base em argumentos ou fatos que dão embasamento aos seus respectivos pontos de vista, uma habilidade colocada em prática durante essa atividade é a de argumentação, que foi um dos enfoques dessa pesquisa.

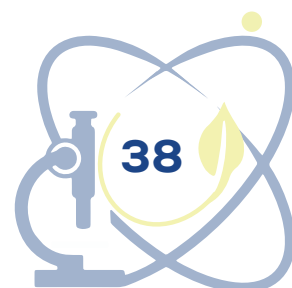
3 METODOLOGIA

A presente pesquisa foi desenvolvida com duas alunas matriculadas na disciplina de Laboratório de Educação Matemática I, do Curso de Licenciatura em Matemática da UFCA, na cidade de Brejo Santo-CE, vale ressaltar que a disciplina tinha apenas essas duas alunas matriculadas, por isso a pesquisa foi desenvolvida apenas por elas.

Inicialmente realizamos um levantamento bibliográfico de estudos que discutiam a habilidade de argumentar, com intuito de construir uma orientação desejada para essa ação, no contexto do Júri Simulado.

Após a elaboração da orientação da ação de argumentar, desenvolvemos o planejado de uma Experiência Formativa, baseada em alguns elementos da Teoria da Formação Planejada das Ações Mentais e dos Conceitos, de P. Ya. Galperin, com o intuito de estudar a ação supracitada a partir do Júri Simulado.

A Experiência Formativa aconteceu em dezembro de 2021, com duração de 6 horas, divididos em três encontros de 2 horas cada, na Universidade Federal do Cariri, através do *Google Meet*. No primeiro encontro foi feito o diagnóstico inicial com as discentes, onde foi feita a exposição sobre as atividades desenvolvidas e a aplicação da prova pedagógica, com o intuito de categorizar o nível de entendimento das discentes em relação à ação de argumentar; no segundo encontro foi realizado a reelaboração da orientação da ação; e no terceiro encontro foi feita a etapa material ou materializada, onde foi feita a apresentação do júri simulado e a avaliação final.



4 RESULTADOS

No primeiro encontro fizemos o diagnóstico inicial, que teve como objetivo caracterizar a compreensão dos discentes acerca da ação de argumentar. Especificamente, as questões 01 e 02 tratavam sobre o que é e como argumentar em um debate respectivamente, onde tomamos como referência o guia de orientação produzida pelos autores, no qual fizemos a comparação com as respostas das discentes, colocando C para os passos corretos, PC para os passos parcialmente corretos, I para os passos incorretos e A para os passos ausentes. A questão 03 trazia uma situação prática para analisarmos o grau de argumentação dos discentes. Onde, notamos que o entendimento inicial dos estudantes em relação à habilidade de argumentar em um debate é baixo e que é preciso haver uma preparação melhor sobre o que é argumentar e como argumentar.

No segundo encontro fizemos a reelaboração da orientação inicial dos discentes a respeito da habilidade de argumentar que teve duração de 2 horas e foi dividida em uma breve introdução sobre a habilidade de argumentar, o que é argumentar e como argumentar em um debate. Inicialmente, foi explanado sobre o processo de internalização da atividade, de como ela passa do plano material e passa a figurar como representação mental. Em seguida, discutimos alguns termos sobre a habilidade de argumentar e os diferenciamos. Para a reelaboração da orientação inicial das discentes foram apresentados alguns entendimentos de diferentes autores sobre o que é e de como argumentar de forma que esse entendimento subsidiasse as discentes nesse processo.

No terceiro encontro trabalhamos o Júri Simulado. Como a turma era composta por apenas duas alunas, uma ficou responsável pela acusação e outra pela defesa, a parte do júri ficou responsável pela pesquisadora. No decorrer do debate percebe-se que houve dificuldades na elaboração dos argumentos e na defesa do ponto de vista a ser defendendo. De forma geral, os argumentos utilizados pelas duas discentes foram bem embasados, elas conseguiram contrapor argumentos, seguir uma ordem de apresentação, além de ajustar suas falas no decorrer da apresentação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

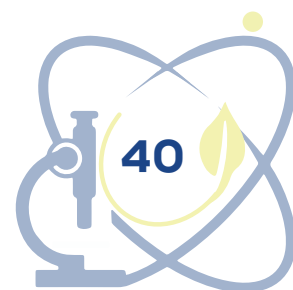
A argumentação pode ser compreendida como um instrumento didático para o ensino de diferentes áreas do conhecimento. O nosso trabalho buscou investigar o desenvolvimento de uma experiência formativa, com duas alunas do curso de Licenciatura em matemática, através da reelaboração da orientação da ação de argumentar em um debate por meio do júri simulado.

De modo geral, ao fazermos uma comparação com o entendimento inicial das discentes e sua apresentação com o júri simulado nota-se que houve um avanço sobre a habilidade desenvolvida, percebe-se que as discentes conseguiram colocar em prática passos da orientação da ação de argumentar reelaborada pelas discentes, e que ao fazer uso dela para defender algo conseguem ter um entendimento satisfatório em relação ao que estão defendendo.

Concluimos que o uso do júri simulado para auxiliar no desenvolvimento da ação de argumentar em um debate é uma estratégia promissora, e que embora as discentes tenham tido um avanço em relação à habilidade trabalhada ainda é necessário um maior desenvolvimento dessas habilidades em um contexto geral, como por exemplo: fazer uso dessas habilidades em diferentes etapas do ensino, além de desenvolver o uso delas diretamente com os alunos, a fim de formar cidadãos preparados para lidar com diferentes situações.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (PRPI) administra o Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnologia (PIICT), por promover o desenvolvimento da pesquisa na instituição. Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e a UFCA.



REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M. O.; QUARTIERI, M. T.; PINO, J. C.; MARCHI, M. I. Júri simulado e phillips 66: estratégias de ensino com alunos do 2º ano do ensino médio. **Revista Prática Docente**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 179-196, 2017. DOI: <https://doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2017.v2.n2.p179-196.id75>. Disponível em: <https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/75>. Acesso em: 28 dez. 2022.

COSTA, A. Desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes: um objectivo pedagógico fundamental. **Revista Iberoamericana de Educación**, [s. l.], v. 46, n. 5, p. 1-8, jun. 2008. Disponível em: <https://rieoei.org/historico/deloslectores/2233Costa.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2022.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Argumentação no ensino de ciências: contexto brasileiro. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 13-30, maio/ago. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/kZ8NLS5ZbsQ8Gx7VYJsp5Cc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 dez. 2022.

SILVA, B. V. C.; MARTINS, A. F. P. Júri simulado: um uso da história e filosofia da ciência no ensino de óptica. **Física na Escola**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 17-20, 2009. Disponível em: https://www.academia.edu/4372976/J%C3%BAri_simulado_um_uso_da_hist%C3%B3ria_e_da_filosofia_da_ci%C3%A2ncia_no_ensino_da_%C3%B3ptica. Acesso em: 28 dez. 2022.

VIEIRA, R. D.; MELO, V. F.; BERNARDO, J. R. R. O júri simulado como recurso didático para promover argumentações na formação de professores de física: o problema do “gato”. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 16, n. 3, p. 203-226, set./dez. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172014160310>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/LKCYvxS7b3qpHWyMVFRXvmM>. Acesso em: 28 dez. 2022.

DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DE *OCIMUM BASILICUM* L. DE COR ROXA NO CARIRI CEARENSE

Ana Cláudia Felipe de Morais¹

João Henrique Araujo de Albuquerque²

Nynyve Thanyar Brito de Almeida³

José Lucas da Silva Neto⁴

Cláudia Araújo Marco⁵

1 INTRODUÇÃO

O manjericão (*Ocimum basilicum* L) é uma importante planta medicinal, aromática e ornamental com muita importância no mercado de plantas medicinais e aromáticas, sendo utilizada principalmente na extração de óleo essencial e consumo in natura (ROSADO *et al.*, 2011). Também apresenta grande potencial de utilização para fins ornamentais, tendo em vista a beleza das plantas, a diversidade das formas e das cores, principalmente a coloração roxa existente em algumas variedades (FRANÇA *et al.*, 2017).

Em relação a espécie, se verifica a necessidade de obter produção homogênea, com plantas vigorosas e buquê de qualidade, com cuidados que vão desde a produção de mudas (BLANK *et al.*, 2014) até o seu total desenvolvimento, pois a produção de biomassa é um dos fatores que restringem a produção de princípios ativos de interesse econômicos, uma vez que são nas folhas que ocorrem a maior produção de óleos essenciais (MAY *et al.*, 2008).

Assim, o presente trabalho, teve como objetivo avaliar o desenvolvimento

¹ Agronomia, Universidade Federal do Cariri, ana.claudia@aluno.ufca.edu.br

² Agronomia, Universidade Federal do Cariri, joao.albuquerque@aluno.ufca.edu.br

³ Agronomia, Universidade Federal do Cariri, nynyve.thaynar@aluno.ufca.edu.br

⁴ Agronomia, Universidade Federal do Cariri, jose.neto@aluno.ufca.edu.br

⁵ Professora Doutora, Universidade Federal do Cariri, claudia.marco@ufca.edu.br

de três cultivares de *Ocimum basilicum* de cor roxa, em substratos distintos.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em área experimental do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade da Universidade Federal do Cariri (CCAB/UFCA), no município de Crato, Ceará. O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, e de textura franco-arenosa. O clima da região é Quente Semiárido Brando e Tropical Quente sub-úmido, com temperatura média anual de 24 a 26°C.

As mudas de três cultivares de *O. basilicum* de cor roxa foram produzidas em bandejas de poliestireno de 128 células, em substrato formado por uma mistura de solo do local e esterco curtido bovino na proporção de 1:2 (v:v) e transplantadas no 39º dia após semeadura, quando as plantas apresentavam aproximadamente 8,0 cm de altura e 6-8 folhas. As irrigações foram feitas diariamente com regador manual de crivos finos.

Os tratamentos foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3X3 representados pelas cultivares Dark Opal, Basilicão Vermelho e Basilicão Vermelho Rubi cultivadas em vasos de polietileno contendo três substratos, formados pela mistura de solo coletado na área experimental do CCAB/UFCA e esterco curtido bovino na proporção de 1:1, 1:1,5 e 1:0,5 (v:v), com três repetições e duas plantas por repetição.

A análise de variância foi realizada mediante aplicação do Teste F em nível de 5% de probabilidade e, quando significativo, as médias das variáveis foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Foi utilizado o programa Sistema de Análise de Variância (SISVAR) da Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2000).

A avaliação do ensaio ocorreu aos 51 dias após o transplante e foram avaliados a altura (cm) da parte aérea das plantas, o número de ramos por planta e reversão das folhas à cor verde.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O manjeriço (*O.basilicum* L.), família Lamiaceae, apresenta grande valor econômico, pois é muito utilizada como condimentar, medicinal, aromática, na indústria farmacêutica e de cosméticos e para produção de óleo essencial (BLANK *et al.*, 2010; ROSADO *et al.*, 2011), é considerada a principal espécie de importância comercial em muitos países para extração de óleo essencial (SAJJADI, 2006). Também apresenta grande potencial de utilização para fins ornamentais, tendo em vista a beleza das plantas, a diversidade das formas e das cores, principalmente a coloração roxa existente em algumas variedades (FRANÇA *et al.*, 2017).

Folhas de manjeriço com pouca reversão a cor verde tendem a ser mais bem aproveitadas para fins ornamentais, sendo essa característica importante na seleção de cultivares que serão destinadas a esse fim (MORALES; SIMON, 1996).

Outro aspecto relevante é a produção de plantas com qualidade, de baixo custo, homogêneas e vigorosas sendo fundamental para o cultivo comercial de plantas medicinais. Nesse sentido, o substrato se constitui num elemento muito complexo, uma vez que ele exerce influência sobre a germinação/emergência de plântulas e sobre a qualidade das mudas (ALEXANDRE *et al.*, 2006).

A aplicação de esterco bovino em solos, além do efeito direto no suprimento de nutrientes para as plantas, contribui para a permeabilidade e infiltração da água, favorece a microbiota natural do solo, melhora as condições físicas do solo e contribui para baixar os teores de alumínio trocável (GUIMARÃES, 2008).

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Através da Tabela 1 é possível verificar a análise de variância para as variáveis relacionadas ao desenvolvimento de plantas de *O. basilicum*.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para as variáveis altura de planta (ALT), reversão de cor verde (RV), número de ramos por planta (Nº. RAM), avaliadas no desenvolvimento de plantas de *O. basilicum* cvs: Dark Opal, Basilicão Vermelho e Basilicão Vermelho Rubi. Crato-CE, 2022

	Médias		
	ALT (cm)	RV (%)	Nº. RAM
Cultivar (C)	206,48*	3,11*	12,04 ^{ns}
Substrato (S)	17,37 ^{ns}	1,00 ns	18,37*
C*S	12,93ns	0,78 ns	5,70 ns
Resíduo	18,63 ^{ns}	0,41 ns	4,04 ns
CV%	9,92	82,07	12,08

Legenda: *Significativo e ^{ns} Não-significativo a 5% pelo teste F.

A partir da análise de variância é possível verificar que as cultivares diferiram entre si para as variáveis altura de planta e reversão à cor verde. Já os substratos diferiram entre si para a variável número de ramos com coeficiente de variação de 12,08%.

A variação da altura das plantas em função da cultivar pode ser vista na tabela 2, onde maiores valores para esta variável são encontrados na cultivar Basilicão Vermelho com 47,78cm, seguida da cultivar Dark Opal com 44,44cm enquanto a Basilicão Vermelho Rubi foi a que obteve valor inferior com 38,33cm de altura, diferindo estatisticamente das demais, indicando que elas apresentam variação no seu crescimento vegetativo.

Tabela 2 – Características agronômicas altura de planta (ALT), número de ramos/planta (Nº. RAM) e reversão à cor verde (RV) de *O. basilicum* cultivares Dark Opal, Basilicão Vermelho e Basilicão Vermelho Rubi. Crato-CE, 2022

Cultivar	Médias	
	ALT (cm)	RV (%)
Dark Opal	44,44 a	38,89 a
Basilicão Vermelho	47,78 a	50,00 a
Basilicão Vermelho Rubi	38,33 b	94,45 b

Médias seguidas de mesma letra, entre cultivar, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A variação da altura entre as cultivares afeta a produção de folhas na planta, sendo um fator importante, pois, conforme May *et al.* (2008), a produção

de biomassa é um dos fatores que restringem a produção de princípios ativos de interesse econômico, uma vez que são nas folhas que ocorrem a maior produção de óleos essenciais.

Para a variável reversão à cor verde (RV), houve diferença entre as cultivares, em que a menor RV foi observada na cultivar Dark Opal com 38,89%, que não diferiu estatisticamente da Basilicão Vermelho que obteve 50,00% de RV. A cultivar Basilicão Vermelho Rubi obteve o maior valor com 94,45%. Carvalho (2002), trabalhando em casa de vegetação com 50% de sombra com o acesso Rubi da firma Feltrin, encontrou em média 28% de reversão parcial à cor verde em plantas de manjeriço roxo.

A produção de pigmentos roxos é hereditária nas plantas. Embora firme em algumas variedades, sugerindo que diversos genes podem ser responsáveis para sua presença. Os genes responsáveis pela cor roxa no manjeriço parecem ser de tal forma instáveis que mesmo as plantas propagadas vegetativamente podem perder sua cor roxa (DEBAGGIO, 1994).

O número de ramos/planta em função do substrato é mostrado na tabela 3.

Tabela 3 – Número de ramos/planta em função do substrato em cultivares de *O. basilicum* de cor roxa. Crato-CE, 2022

Médias	
Substrato (v:v)	Número de ramos/planta
Solo: Esterco bovino (1:1)	15,00 b
Solo: Esterco bovino (1:1,5)	17,22 a
Solo: Esterco bovino (1:0,5)	17,66 a

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si a 5%, pelo teste de Tukey.

Maior número de ramos foi encontrado no substrato com a proporção 1:0,5, embora não tenha diferido estatisticamente do substrato 1:1,5, porém ambos produziram plantas com maior número de ramos do que o substrato formado pela proporção solo/esterco de 1:1 (v:v).

5 CONCLUSÕES

Plantas mais altas foram encontradas na cultivar Basilicão Vermelho, já a Dark Opal se destacou com menor percentual de reversão à cor verde, apresentando potencial para o mercado de plantas ornamentais. Plantas de manjeriço mais vigorosas, com maior número de ramos, foram encontradas no substrato com a proporção 1:0,5.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à UFCA pela bolsa concedida.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, R. S.; WAGNER JÚNIOR, A.; NEGREIROS, J. R. S.; BRUCKNER, C. H. Estádio de maturação dos frutos e substratos na germinação de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de jaboticabeira. **Revista Brasileira de Agrocência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 227-230, 2006. <https://www.scielo.br/j/hb/a/MtX4BpPBfbcmmTRy4WFjQPb/?lang=pt>. Acesso em: 28 dez. 2022.

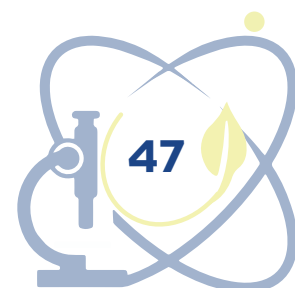
BLANK, A. F.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; CARVALHO FILHO, J. L. S.; SANTOS NETO, A. L.; AMANCIO-LIMA, V. F. Produção de Mudas de Manjeriço com Diferentes Tipos de Substratos e Recipientes. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, p. 39-44, 2014. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/14127>. Acesso em: 28 dez. 2022.

BLANK, A. F.; SOUZA, E. M.; PAULA, J. W. A.; ALVES, P. B. Comportamento fenotípico e genotípico de populações de manjeriço. **Horticultura Brasileira**, Recife, v. 28, n. 30, p.10-50, set. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000300011>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/MtX4BpPBfbcmmTRy4WFjQPb/?lang=pt>. Acesso em: 28 dez. 2022.

CARVALHO, F. H. **Variação da pigmentação em seedlings de *Ocimum basilicum* L var. *purpurascens***. 2002. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2002.

DEBAGGIO, T. **Growing purple basil**. Apr.1994. Disponível em: <http://www.motherearthliving.com/gardening/purple-basils>. Acesso em: 28 dez. 2022.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise



de Variância) para Windows versão 4.0. *In*: Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria, 45., 2000, São Carlos. **Anais** [...]. São Carlos: UFSCar, 2000.

FRANÇA, M. F. D. M. S.; VILELA, M. S.; COSTA, A. P.; NOGUEIRA, I.; PIRES, M. C.; SOUZA, N. O. S. Germination test and ornamental potential of different basil cultivars (*Ocimum* spp.). **Ornamental Horticulture**, [s. l.], v. 23, n. 4, p. 385-391, Oct./Dec. 2017. DOI: <https://doi.org/10.14295/oh.v23i4.1080>. Disponível em: <https://ornamentalhorticulture.emnuvens.com.br/rbho/article/view/1080>. Acesso em: 28 dez. 2022.

GUIMARÃES, A. S. **Crescimento inicial do Pinhão Manso (*Jatropha curcas* L.) em função de fontes e quantidades de fertilizante**. 2008. 92 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2008. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/8201?locale=pt_BR. Acesso em: 28 dez. 2022.

MAY, A.; BOVI, O. A.; MAIA, N. B.; BARATA, L. E. S.; SOUZA, R. C. Z.; SOUZA, E. M. R.; MORAES, A. R. A.; PINHEIRO, M. Q. Basil plants growth and essential oil yield in a production system with successive cuts. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 2, p. 385-389, jul. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000200014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/Wb6RhyfF4jwwpzQwDHcv6hS/?lang=en>. Acesso em: 28 dez. 2022.

MORALES, M. R.; SIMON, J. E. **New basil selections with compact inflorescences for the ornamental market**. *In*: J. Janick (ed.), Progress in new crops. ASHS Press, Arlington, VA. p. 543-546, 1996.

ROSADO, L. D. S.; PINTO, J. E. B. P.; BOTREL, P. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; NICULAU, E. S.; ALVES, P. B. Influência do processamento da folha e tipo de secagem no teor e composição química do óleo essência I de manjeriço cv. Maria Bonita. **Ciências Agrárias**, Lavras, v. 35, n. 2, p. 291-296, mar./abr. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000200009>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/V3TPvTbLztmK7zP47dDB8xc/?lang=pt>. Acesso em: 28 dez. 2022.

SAJJADI, S. E. Analysis of the essential oils of two cultivated basil (*Ocimum Basilicum* L.) from Iran. **DARU Journal of Pharmaceutical Sciences**, [s. l.], v. 14, n. 3, p. 128-130, 2006. Disponível em: <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=50136>. Acesso em: 28 dez. 2022.

SANTOS, E. F. **Seleção de tipos de *Ocimum basilicum* L. de cor púrpura para o mercado de plantas ornamentais**. 50 f. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/3278/1/2007_ElmanoFerreiradosSantos.pdf. Acesso em: 28 dez. 2022.

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO LODO DE ESGOTO DE UMA ETE DA CIDADE DE JUAZEIRO DO NORTE-CE

Suélho Pereira dos Santos¹

Elias Matias Bentes²

Francisco José de Paula Filho³

1 INTRODUÇÃO

Dentre os eixos do saneamento básico ambiental, o tratamento de esgoto assume um importante papel na qualidade, saúde e bem-estar da população, diante disso, na medida em que o efluente é lançado de forma bruta ao meio ambiente acarreta uma série de problemas, afetando os seres humanos, fauna e flora ali presente, segundo Nuvolari (2003) quando lançado in natura nos corpos d'água, isto é, sem receber um prévio tratamento, podem-se esperar, na maioria das vezes, sérios prejuízos à qualidade dessa água.

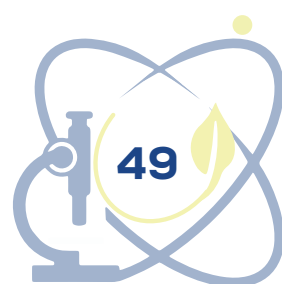
Das várias formas de tratamento de esgoto, os processos biológicos assumem um destaque maior por serem de baixo custo operacional, além de reproduzirem o que acontece naturalmente no meio ambiente. Entre as várias tecnologias que trata o esgoto, têm-se os *Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor* (UASB). Em linhas gerais, a tecnologia anaeróbia já se encontra bastante consolidada no processo do tratamento de esgotos, contudo, uma de suas vantagens está relacionada à economia de área para serem construídas (CALIJURI *et al.*, 2009).

Entretanto, apesar de ser a tecnologia mais utilizada no Brasil para o

¹ Mestrando em Desenvolvimento Regional Sustentável-PRODER, pela Universidade Federal do Cariri; suelho.santos@aluno.ufca.edu.br

² Graduando em Engenharia de Materiais, Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Cariri; elias.matias@aluno.ufca.edu.br

³ Professor adjunto, Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Cariri; francisco.filho@ufca.edu.br



processo do tratamento de efluentes (CHERNICHARO *et al.*, 2018), a mesma possui uma limitação quanto a remoção de matéria orgânica e baixa remoção de nutrientes e patógenos, carecendo de um pós-tratamento (CHERNICHARO, 2001; CALIJURI *et al.*, 2009). Sendo assim, alguns componentes das águas residuárias, ao passarem pelo sistema de tratamento, concentram-se em proporções variáveis ao lodo, como macros nutrientes, metais pesados e organismos microbiológicos.

Contudo, deverão ser realizados rígidos controles ao lodo a ser gerado, quanto aos valores de agregação ao solo e aos componentes químicos e biológicos. Entretanto, é imprescindível que se verifique a qualidade físico-química e microbiológica desse lodo (JORDÃO; PESSOA, 2009), atendendo aos critérios da legislação pertinente, à vista disso, passando a ser denominado biossólido (BRASIL, 2020), e com isso, terá sua aplicação segura quanto aos usos agrícolas, restauração de terras/recuperação de áreas degradadas e em áreas de reflorestamento (JORDÃO; PESSOA, 2009).

Nesse contexto, o presente trabalho tem objetivo realizar uma caracterização físicoquímica no lodo de esgoto proveniente da estação de tratamento de esgoto (ETE) Três Marias, localizada na cidade de Juazeiro do Norte-CE, inferindo assim, seus valores.

2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foi realizada uma campanha de coleta de lodo de esgoto na estação de tratamento localizada na vila Três Marias, na cidade de Juazeiro do Norte, na qual, a mesma dispõe de um reator UASB. Por conseguinte, após o procedimento de coleta do material, o mesmo foi levado para o Campus da Universidade Federal do Cariri (UFCA), passando pelo processo de desaguamento, ou seja, exposto ao sol, até atingir o teor de sólidos secos indicado pela literatura, uma vez que, a mesma apresentava características de altos níveis de umidade.

Em seguida, serão realizadas as análises na amostra de lodo de esgoto, na central analítica da UFCA, para os parâmetros elencados na Tabela 1.

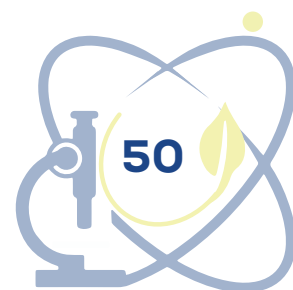


Tabela 1 - Parâmetros analíticos realizados ao lodo de esgoto

Variável	Método Analítico	Unidade	Referências
pH	Potenciométrico	-	TEIXEIRA; CAMPOS; SALDANHA, 2017
Umidade	Infravermelho	%	IV 2500
Sólidos Totais	Gravimétrico - Secagem a 103 – 105°C	%	ABNT, 1989
Sólidos Fixos e Voláteis	Gravimétrico – Ignição a 500 – 550°C	%	ABNT, 1989
Metais Pesados - Traços	Espectrômetro de absorção atômica	mg/kg ⁻¹	SpectrAA-50B
Carbono Orgânico	Via úmida	g kg ⁻¹	FONTANA; CAMPOS, 2017

Fonte: elaborado pelos autores (2022).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O lodo da estação de tratamento de esgoto consiste em subproduto gerado a partir do processo de tratamento dos esgotos sanitários, por processos de decantação primária, biológico ou químico, não incluindo resíduos sólidos removidos de desarenadores, de gradeamento e peneiramento (BRASIL, 2020). O lodo pode ser gerado através de diferentes processos e cada processo confere algumas características ao resíduo, sendo assim, sua composição vai depender da origem dos sólidos, da quantidade a ser gerada e do tipo de processo de tratamento a qual foi submetido (AREIAS, 2015).

Suas características composicionais devem ser observadas e analisadas, uma vez que, sua composição é feita de componentes diversos, sendo assim, é necessário à caracterização do mesmo quando o destino for a aplicação no solo. Deverá ser realizado um conjunto de análises laboratoriais de parâmetros químicos e microbiológicos de uma amostra representativa de um lote de biossólido a ser destinado para o uso em solos (BRASIL, 2020).

O lodo apresenta características importantes e consideráveis quanto ao planejamento de seu destino final, em especial para fins agrícolas e em solos, como nutrientes, organismos patogênicos, metais, compostos orgânicos tóxicos e pH (JORDÃO; PESSOA, 2009). O lodo de esgoto detém altas quantidades de nutrientes, com isso, possui elevado potencial para uso agrícola seja como provedor de nutrientes ou condicionador de solo, tornando uma rota de destino

final ambientalmente adequada, ou seja, sustentável (PAZ-FERREIRO *et al.*, 2018; ARAÚJO *et al.*, 2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante dos resultados apresentados na Tabela 2, o lodo apresentou valores de pH próximos da neutralidade, ou seja, próximo de 7, diante disto, denota-se que houve um bom tamponamento no sistema, o que garantiu valores de potencial hidrogeniônico ideais para funcionamento correto no tratamento (NEVES *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2020). Em relação ao teor de umidade da amostra, a mesma apresentou valor acima de 50% de resultado, considerado uma torta de lodo, na medida em que apresenta valores de umidade entre 48 e 70% (DAVID, 2002; ASTOLPHI; OLIVEIRA; ACHON, 2021). A umidade é importante, pois se for muito elevado seus teores, limitará o transporte de oxigênio, prejudicando a atividade microbiana, contudo, se este for muito reduzido, causará um retardo na atividade microbiana (ASTOLPHI; OLIVEIRA; ACHON, 2021).

Tabela 2 - Resultados encontrados a partir da caracterização do lodo de esgoto

Variável	Valor encontrado	Unidade
pH	6,96	-
Umidade	59,1	%
Sólidos Totais	91,4	%
Sólidos Totais Fixos	53,7	%
Sólidos Totais Voláteis	37,7	%
Carbono Orgânico	178,9	g kg ⁻¹

Fonte: elaborado pelos autores (2022).

Quanto aos valores de sólidos totais, o resultado elencado na Tabela 2 foi de 91,4 %, evidenciando que ocorreu uma boa retenção dos sólidos por parte do sistema de tratamento, ou seja, do reator UASB (SILVA *et al.*, 2020). A fração fixa apresentou resultado de 53,7 % e volátil cerca de 37,7 %, diante de tais resultados, denota-se que ocorreu condições ideais de acúmulo de sólidos advindos do esgoto bruto, assim como o aprisionamento do mesmo dentro do sistema de tratamento, com isso, favorecendo a digestão do material orgânico (volátil) e o acréscimo de substâncias inorgânicas (fração fixa) em função dessa digestão (SILVA *et al.*, 2020).

O carbono orgânico apresentou teor de $178,9 \text{ g kg}^{-1}$, Ribas (2020) em seu estudo, encontrou valor médio de até $9,26 \text{ mg.Kg}^{-1}$, esse elemento é de extrema importância, uma vez que promove a agregação das partículas, porosidade, densidade e ajuda na capacidade de retenção, infiltração de água e aeração do solo (RIBAS, 2020). Em relação aos resultados das substâncias inorgânicas, as mesos podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3 - Teores de substâncias orgânicas presentes na amostra de lodo CONAMA 498/2020

Elemento	Teor no lodo (mg/kg-1ST)	classe 1 (mg/kg-1 ST)	classe 2 (mg/kg-1 ST)
Cádmio	2,1	39	85
Chumbo	0,54	300	840
Cobre	25	1.500	4.300
Cromo	46	1.000	3.000
Níquel	32	420	420
Zinco	380	2.800	7.500

Fonte: elaborado pelos autores (2022).

Observa-se que os teores de metais pesados-traços, encontrados junto a amostra de lodo de esgoto advindo da ETE três Marias, ficou abaixo dos limites máximos permissíveis pela Resolução 498/20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), deste modo, implica dizer que não há limitação quanto ao uso desse lodo no solo quanto aos teores de substâncias orgânicas analisadas no presente trabalho. Ficando observado apenas aos demais elementos preconizados pela resolução, contudo, se atentar também para taxa máxima anual e carga máxima acumulada de substâncias químicas em solos para o lodo de Classe 2.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se com a presente pesquisa, que o lodo de esgoto gerado na estação de tratamento de esgoto da vila Três Marias, apresentou resultados satisfatórios quanto a suas características composicionais, como também, em relação a seus níveis de substâncias orgânicas, na qual, seus resultados preliminares mostraram que o material demonstra ser apto a ser aplicado ao solo.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, V. S.; SILVA, M. O.; BRITO, A. S.; SOUSA, I. L.; NUNES, F. C.; SOUZA, J. F. M.; OLIVEIRA, I. V.; SILVA, C. R.; CARVALHO, F. I. M.; SILVA, J. N.; SILVA, V. F. A.; SILVA, P. A. Lodo de esgoto e seu potencial agrícola. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. e14711326200, fev. 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26200>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/26200/23081/308657>. Acesso em: 28 dez. 2022.

AREIAS, I. O. R. **Incorporação de lodo da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do município de Campos dos Goytacazes - RJ em cerâmica vermelha**. 2015. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Materiais) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2015. Disponível em: <https://uenf.br/posgraduacao/engenharia-de-materiais/wp-content/uploads/sites/2/2013/07/Disserta%C3%A7%C3%A3o-ISA-mod.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2022.

ASTOLPHI, L. P.; OLIVEIRA, J. S.; ACHON, C. L. Teor de umidade inicial e sua influência no processo de biossecagem de lodo. **Revista Científica Anap Brasil**, [s. l.], v. 14, n. 34, p. 134-142, out. 2021. DOI: <https://doi.org/10.17271/19843240143420212913>. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap_brasil/article/view/2913. Acesso em: 28 dez. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **ABNT NBR 10664**: águas: determinação de resíduos (sólidos): método gravimétrico. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

BRASIL. Resolução nº 498, de 19 de agosto de 2020. Define critérios e procedimentos para produção e aplicação de bio sólido em solos, e dá outras providências. Brasília: **DOU**, 21 ago. 2020.

CALIJURI, M. L.; BASTOS, R. K. X.; MAGALHÃES, T. B.; CAPELETE, B. C.; DIAS, E. H. O. Tratamento de esgotos sanitários em sistemas reatores UASB/wetlands construídas de fluxo horizontal: eficiência e estabilidade de remoção de matéria orgânica, sólidos, nutrientes e coliformes. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [s. l.], v. 14, n. 3, p. 421-430, set. 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522009000300016>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/hjNVYxRJGKYr87cv3KTvhrb/?lang=pt>. Acesso em: 28 dez. 2022.

CHERNICHARO, C. A. L. **Pós-tratamento de reatores anaeróbios**. Rio de Janeiro: FINEP/PROSAB, 2001. 544 p.

CHERNICHARO, C. A. L.; RIBEIRO, T. B.; GARCIA, G. B.; LERMONTOV, A.; PLATZER, C. J.; POSSETTI, G. R. C.; ROSSETO, M. A. L. L. R. R. Panorama do tratamento de esgoto sanitário nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil: tecnologias mais empregadas. **Revista DAE**, [s. l.], v. 66, n. 213, p. 5-19, out./nov. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/dae.2018.028>. Disponível em: <https://doi.editoracubo.com.br/10.4322/dae.2018.028>. Acesso em: 28 dez. 2022.

DAVID, A. C. **Secagem térmica de lodos de esgoto. Determinação da umidade de equilíbrio.** 2002. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. DOI 10.11606/D.3.2002.tde-30042003-131628. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-30042003-131628/pt-br.php>. Acesso em: 28 dez. 2022.

FONTANA, A.; CAMPOS, D. V. B. Carbono orgânico. *In*: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de Métodos de análise de solo.** 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017. p. 360-367. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1107196/1/Pt3Cap1Carbonoorganico.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2022.

JORDÃO, E. P.; PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos.** 5. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2009. 683 p.

NEVES, C. S.; CAMPOS, C. M. M.; PEREIRA, E. L.; VILAS BOAS, R. B. Partida de reator anaeróbio compartimentado em série com um reator anaeróbio de manta de lodo, utilizando parâmetros de sedimentabilidade para formação da biomassa. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 623-634, dez. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522015020040119235>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/wVZwBDhm4Zb9bvWNTRM56QG/?lang=pt>. Acesso em: 28 dez. 2022.

NUVOLARI, A. O lançamento in natura e seus impactos. *In*: NUVOLARI, A. (org.). **Esgoto Sanitário: coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola.** São Paulo: Blucher, 2003. p. 171-207.

PAZ-FERREIRO, J.; NIETO, A.; MÉNDEZ, A.; ASKELAND, M. P. T.; GASCÓ, G. Biochar from Biosolids Pyrolysis: a review. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [s. l.], v. 15, n. 5, p. 956, maio 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph15050956>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/15/5/956>. Acesso em: 28 dez. 2022.

RIBAS, G. S. **Caracterização de lodo de esgoto dragado de lagoas de tratamento de efluentes em Joinville/SC e alternativas de disposição final.** 2020. 82 f. Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissional em Clima e Ambiente) - Instituto Federal de Santa Catarina, Itajaí, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/1806>. Acesso em: 28 dez. 2022.

SILVA, A. M. M.; FRUTUOSO, F. K. A.; FAUSTINO, F. W.; SANTOS, S. P.; SIMÕES, F. A. F.; SANTOS, V. S.; SANTOS, Y. T. C. Aclimação de lodo proveniente de reator uasb com efluente doméstico em sistema batelada. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 135-146, jul. 2020. Universidade Federal da Bahia. DOI: <https://doi.org/10.9771/gesta.v8i1.35030>. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/35030>. Acesso em: 28 dez. 2022.

TEIXEIRA, P. C.; CAMPOS, D. V. B.; SALDANHA, M. F. C. pH do solo. *In*: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de Métodos de análise de solo.** 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017. p.199-202.



FISIOLOGIA DE VACAS HOLANDESES EM CLIMA SEMIÁRIDO

Alisson Oliveira Gomes

Arthur Oliveira Gomes

José Caio Alves Leal

José Valmir Feitosa

Antônio Nelson Lima da Costa

1 INTRODUÇÃO

Tradicionalmente a bovinocultura é considerada uma das principais atividades da região Nordeste do Brasil, explorada principalmente por pequenos e médios produtores, onde se destaca a pecuária leiteira. Nessa região apresenta-se como uma das melhores opções de fonte de renda, exercida em pequenas áreas para produção, haja vista a fragmentada estrutura fundiária no Nordeste (CARNEIRO, 2019).

A região Nordeste tem característica de clima tropical semiárido, caracterizado por altas temperaturas, baixa umidade do ar e alta incidência de radiação solar durante todo o ano, além das precipitações se concentrarem em um período de três meses irregularmente (DELAZERI, 2015). Com condições climáticas que limitam o desempenho produtivo e reprodutivo de animais de produção, principalmente exóticos.

De acordo com Souza *et al.* (2010) elementos climáticos como altas temperaturas, radiação solar e baixa umidade do ar exercem efeitos negativos sobre o conforto térmico dos animais provocando alterações fisiológicas e comportamentais para regulação da temperatura corporal.

Em busca de melhores índices produtivos, pecuaristas de regiões semiáridas veem introduzindo animais especializados na produção de leite em seus rebanhos, originários de regiões de clima temperado (COSTA, 2014). Para

animais especializados, as condições ambientais encontradas na região são distintas as que os mesmos estão adaptados, como animais da raça Holandesa que tem sua zona termoneutra na faixa entre 5° e 21°C (SILVA, 2000).

A Temperatura Retal (TR) é um indicador de equilíbrio térmico e pode ser usado para avaliar o estresse térmico de animais em ambientes quentes variando de 38°C a 39,3°C, o aumento nos movimentos respiratórios é outra ferramenta que os animais utilizam na tentativa de adaptação. A Frequência Respiratória (FR) aumentada é uma forma eficiente para manter a temperatura do corpo constante, considerada normal na faixa de 20 a 60 mov/min para vacas leiteiras livres de estresse (SILANIKOVE, 2000; ALMEIDA, 2009; COSTA, 2014).

O objetivo deste estudo foi avaliar, fisiologicamente, através da Temperatura Retal (TR) e da Frequência Respiratória (FR), a adaptabilidade de vacas da raça Holandesa, em lactação, criadas em clima semiárido, no período seco do ano.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Sitio Lagoa município de Barbalha-CE na região do cariri cearense, com coordenadas geográficas 7° 18' 40" e 39 18' 15" Sul e altitude de 415,7 m do nível do mar, com clima tropical semiárido, que é caracterizado por suas altas temperaturas, o trabalho foi realizado entre os meses de outubro a dezembro, referente ao período seco do ano.

Foram avaliadas 10 vacas da raça Holandesa em com idade média de três anos, em lactação. As coletas foram realizadas no estábulo, a sombra, logo após as ordenhas, às 5 h e as 14 h. Os animais foram mantidos em sistema de pastejo rotacionado irrigado, com a água e a suplementação mineral à vontade e com suplementação concentrada a base de grãos (soja e milho) durante as ordenhas, onde as mesmas eram submetidas ao banho pré-ordena.

As TR foram obtidas com auxílio de termômetro digital veterinário com escala de até 44°C, diretamente da parede do reto. As FR foram aferidas através da observação dos movimentos tóraco-abdominais por um minuto, e expressa em movimentos/minuto.

As variáveis fisiológicas foram avaliadas em esquema fatorial em função do período e do turno e a análise de variância realizada com as médias marginais estimadas para ajuste de comparações múltiplas de Sidak a 5% de probabilidade (PROJECT JAMOVI, 2022). Antes da condução das análises estatísticas, foi realizado o teste de igualdade de variações de erro, pelo teste de Levene's, que testa a hipótese de homogeneidade da variância do erro das variáveis.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As medias da TR, por período, (Tabela 1), se mostraram dentro dos limites ideais para esse parâmetro que, segundo Costa (2014), variam de 38 a 39,3 para bovinos com aptidão leiteira. Isso indica que, nos meses de altas temperaturas e baixas umidades do ar, as vacas, em média, conseguiram manter sua temperatura corpórea, evidenciando funcionamento adequado, nessas condições climáticas, dos mecanismos fisiológicos de perda de calor.

Tabela 1 – Médias estimadas e intervalos de confiança da temperatura retal por período

			Intervalo de confiança 95%	
			Limite inferior	Limite superior
Outubro	38,313	0,037	38,238	38,387
Novembro	38,375	0,046	38,282	38,468
Dezembro	38,340	0,029	38,282	38,398
Período	Média		Erro padrão	

Castro *et al.* (2018) investigando parâmetros fisiológicos de vacas de vários cruzamentos de holandês com zebu, em pasto sem sombreamento e com sombreamento natural, observou médias de TR entre 38,5°C e 38,3°C respectivamente. Resultados esses que foram semelhantes aos deste estudo, mesmo avaliando vacas Holandesas.

Tabela 2 – Médias estimadas e intervalos de confiança da temperatura retal por Horário de avaliação

Turnos	Média	Erro padrão	Intervalo de confiança 95	
			Limite inferior	Limite superior
Tarde	38,382 ^{ns}	0,031	38,318	38,445
Manhã	38,303 ^{ns}	0,031	38,240	38,367

A Tabela 2, traz a comparação entre os turnos manhã e tarde, onde os valores, em ambos os turnos, estiveram dentro dos limites normais, indicando que os animais não se encontravam em condição de estresse térmico.

Resende *et al.* (2021) trabalhando com vacas Holandesas em região de clima subtropical, com condições ambientais distintas obtiveram dados de TR dentro da normalidade, e valores mais elevados quando os animais não estavam submetidos a sombreamento no turno da manhã.

Na Tabela 3 estão descritas as médias das frequências respiratórias onde os maiores valores foram observados no turno da tarde, mesmo assim estiveram dentro da zona termoneutra para bovinos. Silanikove (2000), relata que frequências respiratórias entre 40 e 60 mov/min os bovinos apresentam baixo nível de estresse não alterando suas funções fisiológicas.

Tabela 3 – Médias estimadas e intervalos de confiança da frequência respiratória por Horário de avaliação no período seco de 2020

Período	Média	Erro padrão	Intervalo de confiança 95%	
			Limite inferior	Limite superior
Outubro	38,313	0,037	38,238	38,387
Novembro	38,375	0,046	38,282	38,468
Dezembro	38,340	0,029	38,282	38,398

Resende *et al.* (2021) avaliando vacas Holandesas em clima subtropical em dois tratamentos com sombra e sem sombra e nos turnos manhã e tarde observou valores de FR com baixo nível de estresse térmico. O que se assemelha com esse estudo conduzido em clima tropical semiárido no período seco, considerado como crítico para vacas leiteiras.

Costa *et al.* (2015) em estudo com vacas ½ holandês ½ Gir e ¾ Holandês ¼ Gir, no município de Umirim-CE nos períodos seco e chuvoso observou que a

maioria dos animais $\frac{1}{2}$ Holandês estiveram com valores de FR dentro do normal em ambos os períodos e turnos, já os animais $\frac{3}{4}$ holandês o maior número deles apresentou FR normal apenas no turno da manhã nos dois períodos. Resultado distintos a esse estudo onde as médias de FR estiveram dentro de um valor considerado bom em relação ao estresse térmico, e pode ser um indício de aclimação de animais nascidos nessa região.

4 CONCLUSÕES

Mesmo em condições climáticas adversas, como no turno da tarde, os animais mantiveram parâmetros fisiológicos dentro da normalidade, indicando que as vacas podem ter utilizado outras maneiras de perda de calor, como por condução e convecção.

O manejo da propriedade, com banhos diários na pré-ordenha, pode ter auxiliado nas trocas de calor pela superfície corpórea e contribuiu para a homeostase dessas vacas em lactação.

Estudos como este devem ser continuados para auxiliar produtores para a melhor seleção de animais produtivos e adaptados a suas realidades.

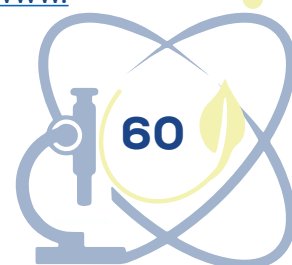
AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Cariri (UFCA), pelo apoio financeiro e pelo incentivo a pesquisa, e ao proprietário do Sítio Lagoa, João Hilário por nos disponibilizar seus animais para realização do estudo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G. L. P. **Climatização na pré-ordenha de vacas da raça girolando e seus efeitos na produção e qualidade do leite e no comportamento animal.** 2010. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/5583>. Acesso em: 22 dez. 2022.

CARNEIRO, W. M. A. **Comportamento da Pecuária do Nordeste no Limiar do Século XXI.** Fortaleza: BNB Conjuntura Econômica, Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste (ETENE), 2019. Disponível em: <https://www.>



bnb.gov.br/documents/45799/1057811. Acesso em: 22 dez. 2022.

CASTRO, A. L. O.; CARVALHO, C. C. S.; RUAS, J. R. M.; PEREIRA, K. C. B.; MENEZES, G. C. C.; COSTA, M. D. Parâmetros fisiológicos de vacas F1 Holandês x Zebu criadas em ambientes com e sem sombreamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [s. l.], v. 70, n. 3, p. 722-730, maio/jun. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9305>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/cnZ48SPtSzpYbLgdzKyg76d/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 22 dez. 2022.

COSTA, A. N. L. **Estresse térmico em fêmeas bovinas girolando $\frac{3}{4}$ Holandês $\frac{1}{4}$ Gir vs. $\frac{1}{2}$ Holandês $\frac{1}{2}$ Gir, criadas em clima semiárido no Estado do Ceará**. 2014. 97 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/14637>. Acesso em: 22 dez. 2022.

COSTA, A. N. L.; FEITOSA, J. V.; MONTEZUMA JUNIOR, P. A.; SOUZA, P. T.; ARAÚJO, A. A. Rectal temperatures, respiratory rates, production, and reproduction performances of crossbred Girolando cows under heat stress in northeastern Brazil. **International journal of biometeorology**, [s. l.], v. 59, n. 11, p. 1647-1653, nov. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-015-0971-4>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25702060/>. Acesso em: 22 dez. 2022.

DELAZERI, L. M. M. **Mudanças climáticas e migração rural-urbana no semiárido brasileiro**. 2015. 73 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/6337>. Acesso em: 22 dez. 2022.

RESENDE, B. I.; CARVALHO, W. T. V.; PEREIRA, R. V. G.; TAVARES, Q. G.; RIBEIRO, C. H. M.; MINIGHIN, D. C.; SILVA, L. V.; RODRIGUES, M. J. L. Impacto dos efeitos ambientais na produção de leite e parâmetros clínicos na raça Holandesa. **Pubvet**, [s. l.], v. 15, n. 11, p. 1-8, nov. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n11a954.1-8>. Acesso em: 22 dez. 2022.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, [s. l.], v. 67, n. 1-2. p. 1-18, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(00\)00162-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00162-7). Acesso em: 22 dez. 2022.

SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: NOBEL. 2000. 288 p.

SOUZA, B. B.; SILVA, I. J. O.; MELLACE, E. M.; SANTOS, R. F. S.; ZOTTI, C. A.; GARCIA, P. R. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária científica no semiárido**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 59-65, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v6i2.69>. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/69>. Acesso em: 22 dez. 2022.

AVALIAÇÃO DO CADL, MATERIAL ALTERNATIVO PARA SERVIÇOS DE IMPRIMAÇÃO BETUMINOSA EM BASE RODOVIÁRIA POR MEIO DA PENETRAÇÃO E DA PERMEABILIDADE

Iara Gabrielle Balbino dos Santos¹

Lilian Medeiros Gondim²

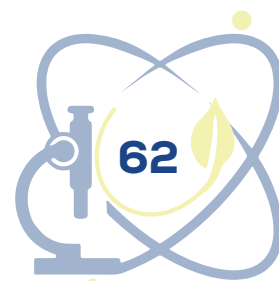
RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade do uso do CADL, um bio-ligante à base de aveloz e D-limoneno, para serviços de imprimação em uma base de solo granular da Região Metropolitana do Cariri. Para isso, analisou-se um solo arenoso, sendo caracterizado quanto à granulometria, limites de liquidez e plasticidade, compactação, CBR e expansão, além de três ligantes para imprimação (CADL, asfalto diluído tipo CM-30 e Emulsão para imprimação (EAI). Os ensaios de imprimação com os materiais betuminosos foram executados com corpos de prova moldados no cilindro miniatura na energia intermediária, com intuito de analisar fatores que influenciam na penetração dos ligantes, como: tipo de solo, tipo e taxa de aplicação do ligante e umidade no momento da compactação. Ademais, realizou-se também ensaios de permeabilidade com o solo puro e imprimado para analisar a função de impermeabilização dos ligantes, feitos através da moldagem de corpos de prova no cilindro Proctor normal, na energia intermediária e umidade ótima. Os resultados obtidos mostraram que o bio-ligante, por viabilizar o uso em temperatura ambiente, apresentar valores de penetração satisfatórios em taxas econômicas e oferecer boa impermeabilização ao solo, mostra-se uma opção economicamente viável e ambientalmente correta para uso em serviços de imprimação.

Palavras-chave: bioligantes; imprimação; permeabilidade; Cariri.

¹ Universidade Federal do Cariri, iara.gabrielle.222@gmail.com, PIBIC

² Universidade Federal do Cariri, lilian.medeiros@ufca.edu.br, PIBIC



ABSTRACT

This work aims to analyze the feasibility of using a biobinder based on aveloz and D-limonene (CADL), for prime coat services on a granular soil base in the Metropolitan Region of Cariri. For this, a sandy soil was characterized by granulometry, Atterberg Limits, compaction, CBR and expansion, in addition to three binders for priming (CADL, medium cure cutback (CM-30) and Emulsion for priming (EAI)). Prime tests with bituminous materials were carried out with specimens compacted in the miniature cylinder at intermediate energy, to analyze factors that influence the penetration of binders, such as: soil type, binder application type and rate and compaction moisture. In addition, permeability tests were also carried out with the pure and primed soil to analyze the waterproofing function of the binders, made by molding specimens in the normal Proctor cylinder, at intermediate energy and optimal moisture. The results obtained showed that the bio-binder, as it can be used at room temperature, presents satisfactory penetration values at economic rates, and offers good soil waterproofing, is an economically viable and environmentally correct option for use in prime coat services.

Keywords: bio-binders; prime coats; permeability; Cariri.

1 INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade, a construção de vias de transporte significa uma atividade estratégica de desenvolvimento. No Brasil, o modo rodoviário é um dos mais importantes, tendo em vista que representa 61,1% da matriz de transportes. Porém, de acordo com a Confederação Nacional de Transportes (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2019), o Ceará possui apenas 8.681,3 km (16%) de vias pavimentadas (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2018). A maior parte das vias não pavimentadas são de terra, abertas sem nenhuma técnica rodoviária, e muitas vezes sem dispositivos de drenagem, dificultando ainda mais o tráfego nos períodos chuvosos (RABÊLO, 2006). A precariedade desse sistema constitui uma preocupante barreira social e econômica, principalmente para polos de desenvolvimento, como a Região Metropolitana do Cariri (RMC).

Nesse sentido, ressalta-se a importância do modo rodoviário e a necessidade de ter uma maior atenção e cuidado com as vias não pavimentadas da região. Porém, de acordo com Almeida (2017), a aprovação do Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica é geralmente um impasse para o aprimoramento das rodovias de terra. Rabêlo (2006) aponta que uma solução para tentar reduzir

os custos nesse tipo de rodovia é a adoção de revestimentos com espessura reduzida, que por apresentarem baixíssima função estrutural, transferem para a base a maior parte dos esforços do tráfego. Nesses casos, a imprimação tem papel fundamental, uma vez que garante a adequada ligação entre a camada granular e a capa de rolamento.

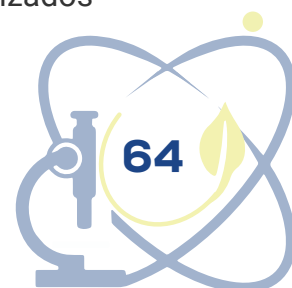
O principal material utilizado em serviços de imprimação é o asfalto diluído de petróleo (ADP), porém, Cross e Shrestha (2005) apontam a restrição e redução do uso dos Asfaltos diluídos de petróleo em países desenvolvidos devido a própria manipulação do material betuminoso, como também pela emissão de Compostos Orgânicos Voláteis (VOC's). Esses compostos contribuem indiretamente com a degradação do ozônio estratosférico, com a formação do ozônio troposférico e com o efeito estufa (JUNQUEIRA; ALBUQUERQUE; THOMAZ, 2005).

Atualmente, há pesquisas que visam o desenvolvimento de novos materiais para substituição desse produto, de forma que possam oferecer o menor custo, melhor desempenho e que sejam mais ambientalmente corretos. Entre estes materiais, os bioligantes se apresentam como uma solução para tal problema. A pesquisa desenvolvida por Gondim (2017), apresenta o uso de um CAP modificado com 30% da seiva de Aveloz, diluído com D-limoneno, na proporção de 52% CAP e 48% solvente, como um ADP alternativo para imprimação. Esse material, designado por CADL, apresentou resultados satisfatórios em relação ao CM-30, porém ainda há parâmetros que necessitam ser investigados, pois o estudo foi realizado em apenas um tipo de solo, além do que não foram executadas análises em relação a função de impermeabilização desse material.

O objetivo deste foi analisar o comportamento do CADL em imprimações betuminosas em uma base de solo granular da Região Metropolitana do Cariri, em comparação aos materiais usados convencionalmente para esse serviço (CM-30 e EAI), quanto à imprimação e à permeabilidade.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O solo escolhido para análise é do município de Juazeiro do Norte, com jazida localizada no Horto e foi cedido por uma empresa local da área de pavimentação. Esse solo é amplamente utilizado em obras de pavimentação no Cariri, classificando-se como arenoso. Os materiais betuminosos utilizados



na pesquisa foram uma Emulsão Asfáltica para Imprimação (EAI), cedida pela empresa Asfaltos Nordeste, regulamentada pela norma do DNIT 165/2013. O asfalto diluído de cura média comercial utilizado foi o CM-30, cedido pela empresa Coral, normatizado pela especificação DNER-EM 363/97. O asfalto diluído alternativo (CADL) utilizado foi desenvolvido por Gondim (2017). Os materiais utilizados para pesquisa foram caracterizados de acordo com as normas descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Ensaio para caracterização dos materiais betuminosos e do solo
Ensaio

Materiais betuminosos – Determinação da viscosidade Saybolt Furol	(ABNT 14950/2013)
Solos – Análise Granulométrica por Sedimentação	(DNER-ME 051/1994)
Análise Granulométrica por Peneiramento	(DNER-ME 080/1994)
Solos – Determinação do Limite de Plasticidade	(DNER-ME 082/1994)
Solos – Determinação do Limite de Liquidez	(DNER-ME 122/1994)
Solos – Determinação da Densidade Real	(DNER-ME 093/1994)
Solos – Compactação utilizando amostras não trabalhadas	(DNIT-ME 164/2013)
Solos – Determinação do Índice de Suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas	(DNIT-ME 172/2016)

Fonte: Autor (2022).

Para realizar os ensaios de imprimação, foram moldados corpos de prova na energia intermediária, ensaiados segundo a norma do DNER-ME 228/94, que prescreve o método de ensaio para compactação em equipamento miniatura, de acordo com a metodologia para testes de imprimação desenvolvida por Villibor, Nogami e Fabbri (1989). Essa norma recomenda que as amostras de solos devem ter granulometria inferior a 2 mm. Como o solo analisado nesta pesquisa apresentou uma quantidade significativa de sua composição retida nessa peneira (20%), decidiu-se então trabalhá-lo em duas configurações: o solo submetido ao peneiramento na peneira de 2 mm (como recomendado pela norma), e submetido ao peneiramento na peneira de 19 mm (para analisar os resultados com a composição integral do solo).

Dentre os fatores que influenciam a qualidade de uma imprimação, foram considerados: o efeito do tipo de solo (arenoso 19mm e arenoso 2mm), tipo (CADL, EAI e CM-30) e taxa (0,8; 1,0 e 1,2 l/m²) de ligantes e teor de umidade na compactação (ótima e ótima -2%). Considerou-se o intervalo de penetração de

4 a 13 mm como aceitável no ensaio de imprimação, seguindo Castro (2003) e Duque Neto (2004).

Para desenvolvimento dos ensaios de permeabilidade foi utilizado o método elaborado por Ramalho (2011), utilizando-se o permeômetro de carga variável, pois tinha-se a expectativa de que o solo imprimado apresentasse características de permeabilidade de solos finos, devido a função de impermeabilização promovido pelo ligante. Os corpos de prova foram moldados no cilindro Proctor normal, na energia intermediária e no teor de umidade ótima para os solos analisados. Em ambas os ensaios os solos foram deixados em repouso por 24 horas após a moldagem para perda de umidade ao ar.

3 RESULTADOS

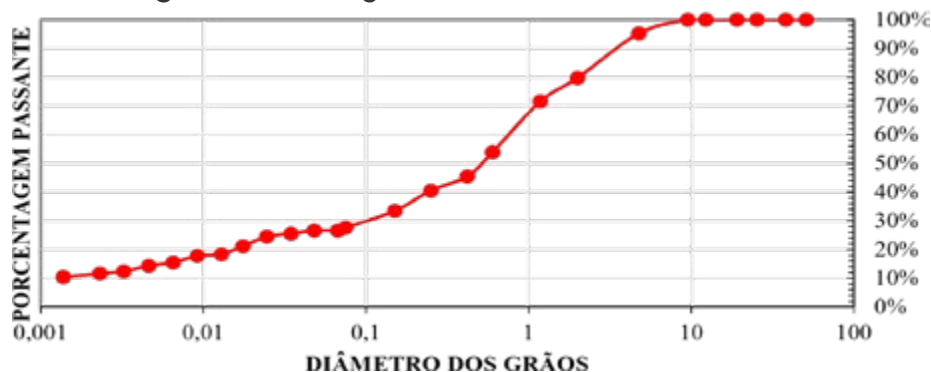
O solo enquadra-se no grupo AASHTO A-2-4 e na faixa E, para execução de base, de acordo com as Especificações Gerais para Serviços de Obras Rodoviárias do Superintendência de Obras Públicas (2019). O resumo dos resultados dos ensaios de caracterização do solo analisado está apresentado na Tabela 02. A curva granulométrica do solo é apresentada na Figura 01, classifica-se como uma curva contínua, e mostra uma porcentagem de finos que representa menos de 1/3 de sua composição, enquanto a Figura 2 apresenta as curvas de compactação e CBR. A amostra apresentou CBR de 49% e expansão de 0,18%, sendo compatível para aplicação em base granular em rodovias de baixo volume de tráfego, de acordo com Superintendência de Obras Públicas (2019).

Tabela 2 - Caracterização e classificação AASHTO das amostras de solo coletadas

CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO		RESULTADO
% < 0,05 mm		26%
% < 0,002 mm		12%
Densidade real		2,71 g/cm ³
LL		NP
LP		NP
Umidade ótima		8,85%
	Massa Específica Máxima	2,06 g/cm ³
	Expansão	0,18%
	CBR	49%
Faixa (DNIT)		E
Classe AASHTO		A-2-4

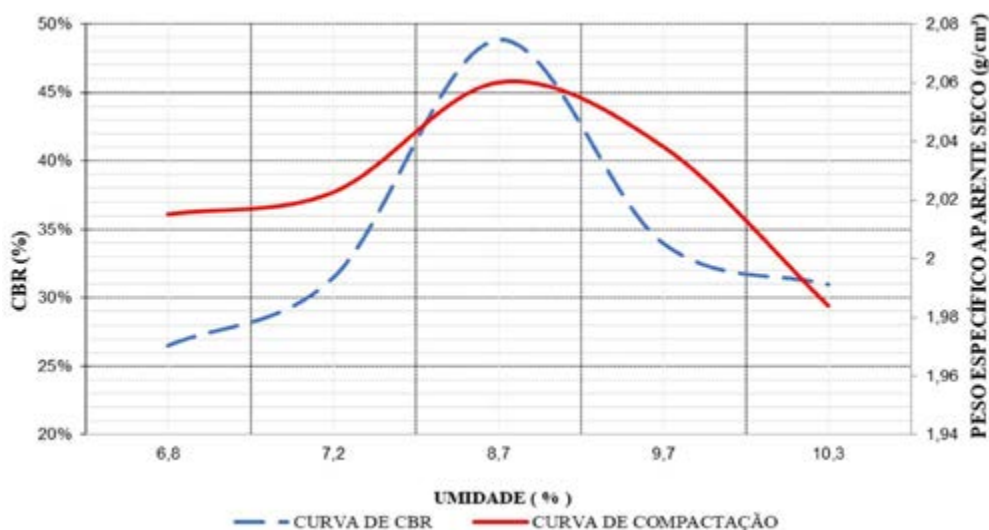
Fonte: Autor (2022).

Figura 1 - Curva granulométrica do solo arenoso



Fonte: Autor (2022).

Figura 2 - Curvas de compactação dos solos estudados



Fonte: Autor (2022).

Para definição da temperatura de aplicação dos ligantes nos ensaios de imprimação, foi feito o ensaio de Viscosidade de Saybolt- Furol, de acordo com a ABNT 14950/2013. Os resultados estão apresentados na Tabela 03. A temperatura de 28,5°C utilizada no ensaio corresponde a temperatura ambiente. De acordo com a norma 144/2014-ES do DNIT, a faixa de viscosidade recomendada para espalhamento de asfaltos diluídos é de 20 a 60 segundos Saybolt Furol, enquanto a faixa de viscosidade quando se usa EAI é de 20 a 100 segundos Saybolt Furol. Nesse sentido, os resultados considerados mais adequados e econômicos para utilização no ensaio de imprimação, foram os da EAI e CADL na temperatura

ambiente e o CM-30 na temperatura de 50°C. Os resultados dos ensaios de penetração das imprimações estão apresentados na Tabela 04, enquanto a Figura 3 apresenta os corpos de prova partidos para a medição das penetrações.

Tabela 3 - Resultados dos ensaios de Viscosidade Saybol-Furol nos ligantes analisados

LIGANTE	TEMPERATURA	VISCOSIDADE SAYBOLT-FUROL
CADL	28,5 °C	29 s
	38°C	20 s
	50°C	13 s
CM-30	28,5 °C	130 s
	40°C	73 s
	50°C	45 s
EAI	28,5 °C	55 s
	40°C	52 s
	50°C	49 s

Fonte: Autor (2022).

Tabela 4 - Resultados das penetrações obtidos nos ensaios de imprimação

AMOSTRA solo	TAXA (l/m ²)	UMIDADE (%)	CADL Temp. ambiente	EAI Temp. ambiente	CM-30 50 °C
Arenoso (19 mm)	0,8	hot -2	10,84 mm	6,22 mm	8,94 mm
		Hot	10,44 mm	5,08 mm	6,9 mm
	1	hot -2	12,04 mm	7,06 mm	9,64 mm
		hot	10,54 mm	5,24 mm	7,9 mm
	1,2	hot -2	14 mm	7,52 mm	10,62 mm
		hot	12,18 mm	6,08 mm	8,38 mm
Arenoso (2 mm)	0,8	hot -2	10,08 mm	4,4 mm	7,6 mm
		hot	9,58 mm	3,78 mm	6,5 mm
	1	hot -2	10,22 mm	4,8 mm	8,08 mm
		hot	9,84 mm	4,02 mm	7,32 mm
	1,2	hot -2	10,34 mm	5,92 mm	9,76 mm
		hot	9,96 mm	5,4 mm	8,36 mm

Fonte: Autor (2022).

Figura 3 - Corpos de prova compactados com solo arenoso passado nas peneiras de 2 mm e 19 mm imprimados com os três ligantes analisados na taxa de 1,0 l/m²



a) Arenoso 19 mm imprimado com CADL



b) Arenoso 19 mm imprimado com EAI



c) Arenoso 19 mm imprimado com CM-30



d) Arenoso 2 mm imprimado com CADL



e) Arenoso 2 mm imprimado com EAI



f) Arenoso 2 mm imprimado com CM-30

Nota-se que o solo integral (19 mm) apresentou valores de penetração maiores que só a porção fina (2 mm), devido ao maior número de vazios. Esse efeito foi mais pronunciado com o uso da EAI, onde o solo fino apresentou penetração 23% menor, enquanto para o CADL e o CM-30 a redução foi de apenas 7%.

As duas amostras de solo apresentaram penetrações aceitáveis na maior parte das condições testadas, que se encontram dentro do intervalo de 4 a 13 mm. Apenas o CADL, no solo arenoso passado na peneira de 19 mm, ultrapassou um pouco o limite máximo, alcançando uma penetração de 14 mm, mostrando a eficiência do uso desse material em menores teores, quando comparados aos materiais comerciais.

Em relação a influência dos tipos de ligantes, pode-se notar também que

os asfaltos diluídos apresentaram penetrações maiores que a emulsão, o que mostra que os diluentes tiveram papel determinante na espessura de penetração, fato que corrobora com os resultados encontrados por Ramalho (2011). O CADL apresentou os maiores valores de penetração, seguido pelo CM-30. A EAI apresentou os valores mais baixos dos três ligantes analisados.

Em relação influência do teor de umidade, pode-se observar que as penetrações nos corpos de prova moldados na umidade hot-2% foram maiores que aqueles moldados na umidade ótima. Silva (2009) observou que esse aumento de penetração no solo com umidade hot-2% é interessante ao se analisar a situação do estado do Ceará, onde, devido ao clima quente, há perda de umidade da mistura durante a compactação em campo.

Ao analisar a variação das taxas dos ligantes, observa-se que há um aumento de penetração quando há aumento na taxa. Esse aumento percebe-se com maior intensidade entre as taxas de 1,2 l/m² e 1,0 l/m², do que entre 1,0 l/m² e 0,8 l/m². O CADL apresentou valores de penetração satisfatórios em todos os tipos de solos e de taxas testadas. A taxa de 0,8 l/m² mostrou-se uma taxa econômica e com resultados de penetração satisfatórios, observação que também pode ser constatado nos resultados encontrados nos ensaios de imprimação com esse ligante feitos por Gondim (2017).

As Figuras 6 e 7 apresentam a variação da penetração em função da taxa de ligante e umidade do corpo de prova na compactação. De modo geral, pode-se notar que a variação da umidade na compactação interfere mais na penetração que a taxa de ligante.

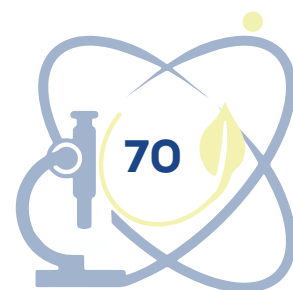
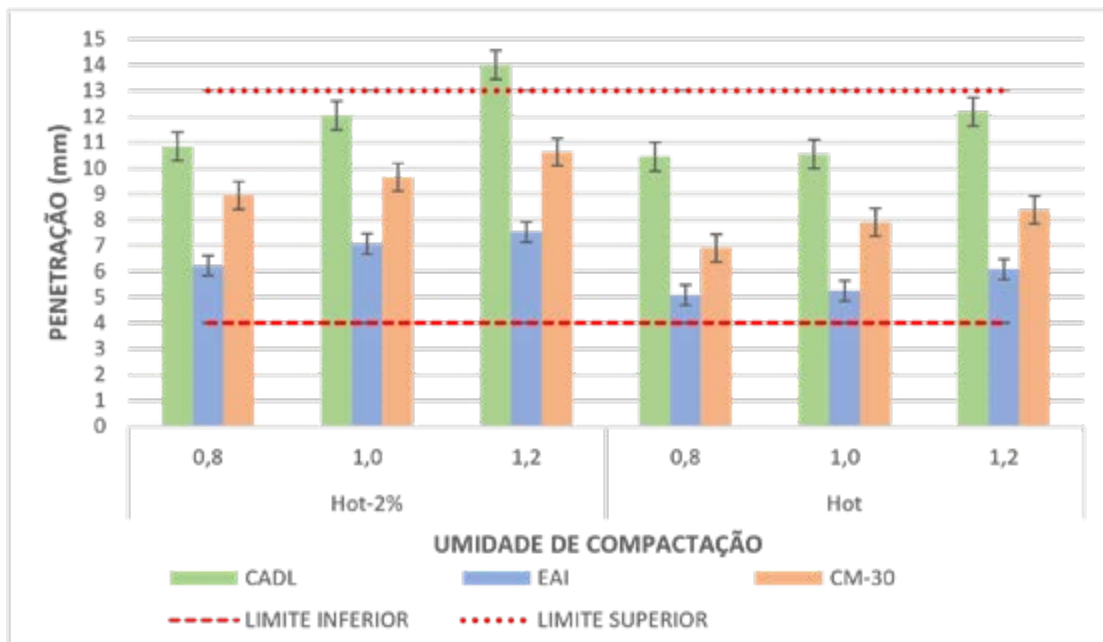
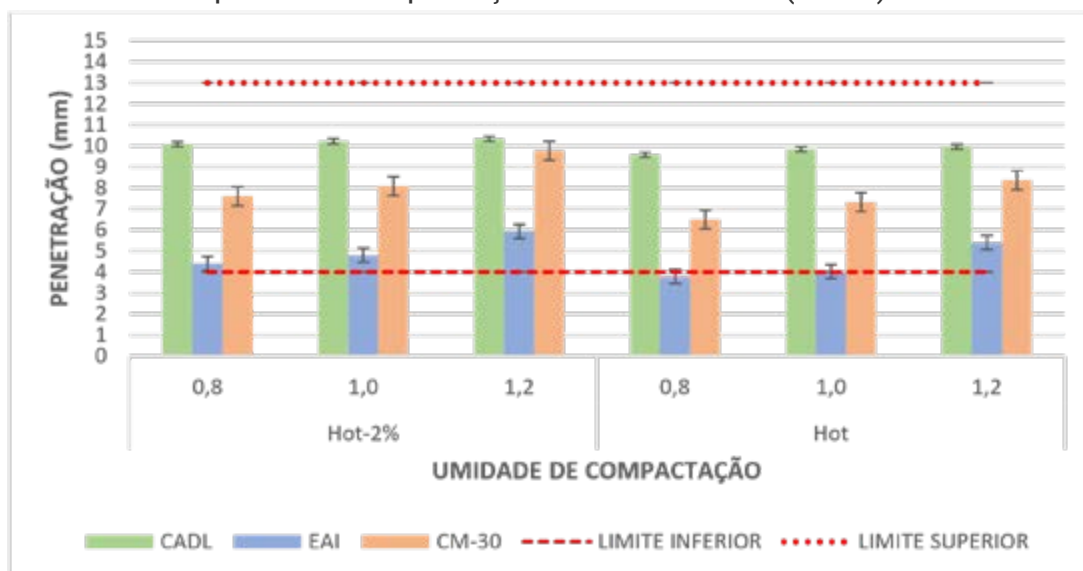


Figura 4 - Penetração em função da taxa de ligante e umidade do corpo de prova na compactação no solo arenoso (19 mm)



Fonte: Autor (2022).

Figura 5 - Penetração em função da taxa de ligante e umidade do corpo de prova na compactação no solo arenoso (2 mm)



Fonte: Autor (2022).

Em relação ao ensaio de permeabilidade, observaram-se resultados positivos quanto a função de impermeabilização promovida pela imprimação que

estão presentes na Tabela 05. Os corpos de prova imprimados levaram em torno de 24 horas para curarem e não apresentaram exsudação. O solo imprimado com EAI e o CM-30 obtiveram valores de coeficiente de permeabilidade bem parecidos, ambos menores que o do solo puro. O solo imprimado com o CADL foi o que apresentou o melhor resultado, sendo esse inferior ao coeficiente de permeabilidade encontrado nos ensaios feitos com os outros dois ligantes e uma diferença ainda mais significativa quando comparado com o solo puro, evidenciando que a imprimação cumpriu seu papel de impermeabilização.

Tabela 5 - Resultado dos ensaios de permeabilidade dos solos analisados

SOLO	COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE			
	PURO	CADL	EAI	CM-30
Arenoso (2mm)	$7,85 \times 10^{-3}$ cm/s	$8,70 \times 10^{-5}$ cm/s	$2,82 \times 10^{-4}$ cm/s	$2,85 \times 10^{-4}$ cm/s

Fonte: Autor (2022).

As Figuras 6 e 7 mostram a aparência dos corpos de prova antes e depois do ensaio de permeabilidade. É possível ver que a imprimação com o CADL resultou em uma penetração maior que a feita com a EAI, o que pode justificar a maior impermeabilização propiciada pelo bio-ligante, além do fato de haver uma porcentagem de asfalto maior na composição CADL do que na EAI.

Figura 6 - Aparência dos corpos de prova imprimado com CADL antes e depois do ensaio de permeabilidade



Fonte: Autor (2022).

Figura 7 - Aparência dos corpos de prova imprimado com EAI antes e depois do ensaio de permeabilidade



Fonte: Autor (2022).

Durante a execução dos ensaios, foi coletada a água proveniente da etapa de saturação descendente. Essa não apresentou alteração de cor ou de odor no ensaio de permeabilidade feito com solos imprimados, quando comparada à água proveniente do ensaio com o solo puro. Esse é um bom indicativo para segurança ambiental, apesar de serem necessárias análises mais específicas para garantir que esses materiais não apresentem possibilidade de causar alterações na qualidade da água.

5 CONCLUSÕES

Diante dos resultados apresentados pode-se concluir que o ligante alternativo (CADL) desenvolvido por Gondim (2017) apresenta funções e características promissoras para uso nos serviços de imprimação. Além de apresentar valores satisfatórios de penetração em solos granulares, em todas as taxas testadas, o CADL também mostrou um aumento nos resultados de penetração nos solos compactados na umidade hot-2% quando comparado com aqueles moldados na umidade ótima, que é uma constatação interessante quando se analisa o clima quente do estado do Ceará, em que por vezes há perdas de umidade durante o processo de compactação da base, como também observado com Silva (2009) e Almeida (2017).

Por ser um ligante menos viscoso que o ligante convencional (CM-30), o CADL pôde ser utilizado na imprimação na temperatura ambiente, que torna o processo menos oneroso. A taxa de 0,8 l/m² aplicada alcançou penetrações aceitáveis, apresentando-se como uma taxa bastante econômica e eficiente. Ademais, vale ressaltar que durante os ensaios de imprimação e caracterização deste, notou-se uma significativa diferença na qualidade do trabalho para os operadores, uma vez que o cheiro agradável não causou nenhum mal-estar, diferentemente do cheiro do querosene, que em leves proporções, causou náuseas e dor de cabeça.

Uma das funções mais citadas pelos autores quando se trata de imprimação é impermeabilização da base e, nesse sentido, o bioligante apresentou valores bastante favoráveis, diminuindo de forma considerável a permeabilidade da água, atingindo valores de coeficiente de permeabilidade muito menores que o do solo puro, e menores também que aqueles encontrados na imprimação com EAI e o CM-30. Essas observações corroboram com os resultados obtidos por Gondim (2017), que revelam que o CADL é material bastante promissor, uma vez que poderá promover a execução desse serviço de forma mais econômica e ambientalmente correta.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Cariri bolsa PIBIC da qual deriva esse trabalho.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. D. **Avaliação da Penetração, Coesão, Aderência e Desgaste Superficial de Ligantes Alternativos e Comerciais para Aplicação na Imprimação Betuminosa de Rodovias**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

CASTRO, C. A. A. **Estudo da técnica de anti-pó com emulsão de xisto em pavimentos para baixo volume de tráfego**. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) - Programa de Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro - RJ, 2003.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Anuário CNT do transporte**: estatísticas consolidadas 2018. 2018. Disponível em: <http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2018/#>. Acesso em: 26 set. 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Boletins**. Boletim Estatístico 2019. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/boletins>. Acesso em: 26 set. 2019.

CROSS, S. A.; SHRESTHA, P. P. **Guideline for using prime and tack coat**. Central Federal Lands. Lakewood Highway Division. Report n° FHWA-CFL/TD-05-002, 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER -EM 363/97**. Asfaltos diluídos tipo cura média. Rio de Janeiro-RJ, 1997.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE (DNIT). **Manual de Pavimentação**. DPP/IPR. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 144/2014-ES. **Pavimentação - Imprimação com ligante asfáltico**. Rio de Janeiro - RJ, 2014.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 165/2013. **Emulsões asfálticas para pavimentação – Especificação de material**. Rio de Janeiro-RJ, 2013.

DUQUE NETO, F. S. **Proposição de Metodologia para Escolha de Solo e Dosagem de Antipó com Emulsão de Xisto**. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) - Programa de Engenharia Civil, COOPE/UFRJ, Rio de Janeiro – RJ, 2004.

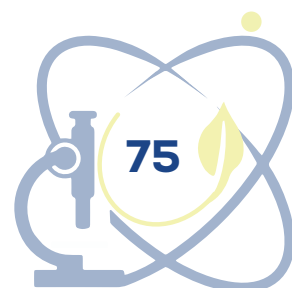
GONDIM, L. M. **Investigação sobre a formulação de um bio-ligante à base da seiva de Euphorbia Tirucalli para emprego em pavimentação**. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, 2017.

JUNQUEIRA, T.L; ALBUQUERQUE, E.L.; THOMAZ, E. Estudo sobre compostos orgânicos voláteis em Campinas, SP. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA E INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 6., 2005, Campinas-SP. **Anais [...]**. Campinas-SP: UNICAMP, 2005.

RABÊLO, A. N. **Contribuição ao estudo da imprimação betuminosa das bases rodoviárias do estado do Ceará**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Programa de mestrado em engenharia do transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2006.

RAMALHO, R. W. **Avaliação em laboratório da utilização de emulsão com óleo de xisto na imprimação de solos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica) - Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas. NUGEO, Ouro Preto - MG, 2011.

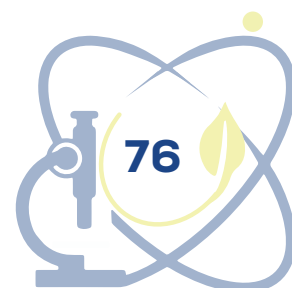
SILVA, B. T. A. **Utilização de materiais alternativos para construção de**



pavimentos urbanos na região metropolitana de Fortaleza. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Ceará, Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Fortaleza- CE, 2009.

SUPERINTENDÊNCIA DE OBRAS PÚBLICAS. SOP-ES-P 04/19. **Especificações Gerais para Serviços de Obras Rodoviárias.** Superintendência de Obras Públicas. 3. ed. Fortaleza, 2019.

VILLIBOR, D. F.; NOGAMI, J. S.; FABBRI, G. T. P. Imprimadura asfáltica em bases de Solo Arenoso Fino Laterítico. *In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO*, 15., Florianópolis, SC. **Anais [...].** Florianópolis, SC: [s. n.], 1989.



UTILIZAÇÃO DA TERMOGRAFIA DE INFRAVERMELHO EM OVINOS DO GRUPO GENÉTICO SOINGA NA REGIÃO SUL DO ESTADO DO CEARÁ

Arthur Oliveira Gomes
Alisson Oliveira Gomes
Danilo Leite Fernandes
Antônio Nelson Lima Costa
José Valmir Feitosa

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, principalmente em regiões secas como o Nordeste, a criação de pequenos ruminantes como caprinos e ovinos é uma importante fonte de renda para muitas famílias, tanto de pequenos como de grandes produtores. Segundo a Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) de 2020, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ([20--]), o rebanho efetivo de ovinos no Brasil é estimado em aproximadamente 20,6 milhões de cabeças. De acordo com a Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária (EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS, [20--]), o rebanho ovino efetivo do Nordeste no ano de 2016 era de aproximadamente 11,6 milhões de cabeças.

Pádua e Silva (1996) relatam que ao se optar pela criação de determinada raça ovina, para produção nos trópicos, deve-se levar em conta sua adaptação a este ambiente e os efeitos deste sobre as características fisiológicas e de desempenho dos animais.

A interação entre o ambiente e os animais é um fator determinante para a produção, devendo ser sempre considerados de forma associada para melhorar a eficiência da produção animal. O clima pode interagir com os animais, mudando sua fisiologia, comportamento e produtividade (NEIVA *et al.*, 2004).

O conhecimento sobre o índice de tolerância ao calor desses animais frente às condições ambientais enfrentadas, torna-se importante, pois o estresse calórico tem sido reconhecido como fator limitador relevante da produção animal nas regiões quentes (SOUSA JÚNIOR *et al.*, 2008).

Conhecida como a raça do semiárido, o Soinga é um animal “tricross”, resultado de cruzamento entre as raças Bergamacia, originária da Itália, Morada Nova Branca, selecionada no Nordeste do Brasil, e Somalis Brasileira, da África do Sul. Deste cruzamento surgiu o Soinga, um ovino rústico, precoce, pesado e prolífero, num habitat totalmente integrado às condições adversas do Semiárido (FATOR BRASIL, 2011).

Este trabalho tem como objetivo avaliar os índices de adaptabilidade de ovinos do grupo genético Soinga em relação ao clima do semiárido nordestino durante todos os períodos do ano.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Novo Horizonte, nos anos de 2020 e 2021. A fazenda fica localizada no município de Santana do Cariri (Latitude: -7.18826, Longitude: -39.7377 7° 11' 18" Sul, 39° 44' 16" Oeste), região sul do estado do Ceará.

O estudo foi realizado durante o intervalo de um ano, onde conseguiu abranger o período chuvoso, de transição e o período seco.

A região possui relevo relativamente plano, o clima do município é tropical quente semiárido brando e tropical quente sub úmido. Foram utilizadas 25 fêmeas do grupo genético Soinga, sendo 10 prepúberes, com idade e peso iniciais de 5 meses e 11 Kg respectivamente, e 15 púberes, com 7 meses de idade e 15 Kg de peso vivo. Os animais foram mantidos em regime alimentar exclusivamente a pasto (pastagem nativa), suplementados com mineral comercial específico para a espécie *ad libitum* no cocho, e água de nascente ou reservatório (açude).

Ao final da tarde, foram conduzidos ao curral com cobertura total em telha de cerâmica e piso calçado, quando fornecia-se suplemento mineral comercial específico para a espécie *ad libitum* no cocho durante a noite, além de água em bebedouro, na manhã seguinte foram soltos para as áreas de pastagem novamente.



Todos os animais foram previamente identificados e fotografados, passaram por detalhada anamnese, desverminação e em seguida a aferição da temperatura superficial (TS). As coletas foram realizadas duas vezes ao mês, durante todo o período experimental, nos turnos manhã e tarde

A temperatura superficial corpórea foi aferida com o auxílio da câmera termográfica (FLIR® E4), por meio de imagens térmicas obtidas à distância de 1,0 m do animal. Os pontos escolhidos para coleta dos dados no animal foram o corpo inteiro, a região do rúmen, e nas patas dianteira e traseira respectivamente. As imagens termográficas foram analisadas no o software FLIR® Tools.

O delineamento utilizado foi a parcela subdividida em esquema fatorial 3x2 (três períodos e dois turnos) com 25 repetições repetido no tempo (número de animais analisados).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura superficial está diretamente associada a diversos fatores fisiológicos, morfológicos e ambientais como a cor da pele e do pelame do animal, a umidade do ar, velocidade dos ventos, temperatura ambiente entre vários outros fatores que podem vir a ocasionar mudanças na temperatura superficial no corpo dos animais.

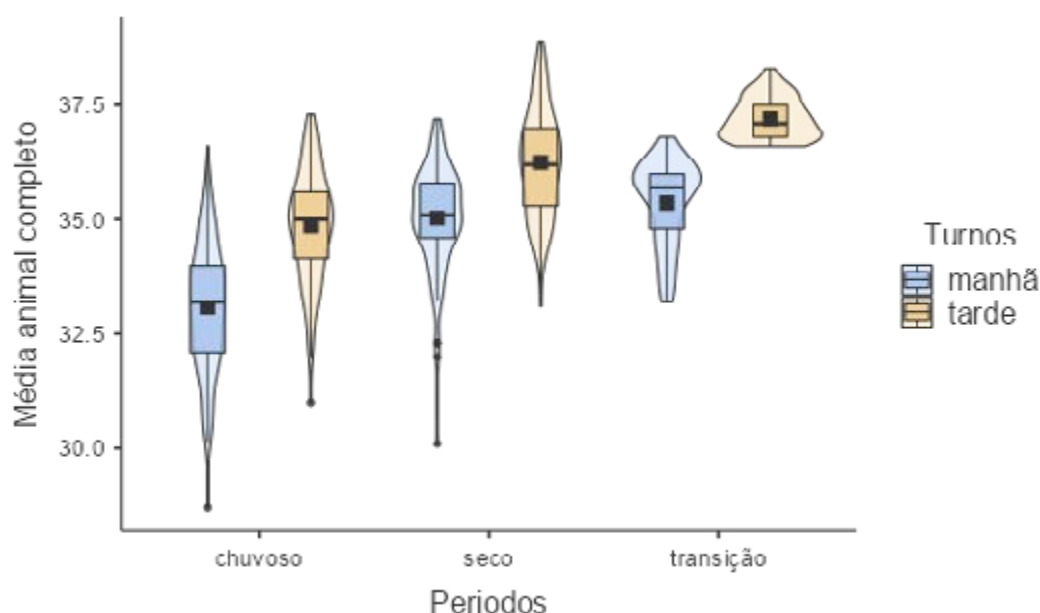
Em condições de maior temperatura ambiente, em que o gradiente térmico entre o animal e o meio diminui, constata-se para Silva (2013) frequentemente uma maior dificuldade para manter a temperatura corporal em níveis normais.

A Tabela 1 e a Figura 1 mostram as medias obtidas através da câmera termográfica, que se mostraram maiores no turno da tarde durante todos os períodos, sendo o período de transição o que apresentou as temperaturas mais elevadas em ambos os turnos chegando a 37,2°C no período da tarde, mas mantendo temperaturas dentro de uma zona ideal, que, de acordo com Cunningham (2004), a temperatura corporal de ovinos deve variar entre 38,5 a 39,9°C.

Tabela 1 - Médias, desvio padrão da temperatura superficial corpórea com câmera termográfica, nos turnos manhã e tarde, durante o período chuvoso, transição e seco

Turnos	Períodos	Média	Erro-padrão	Intervalo de Confiança a 95%	
				Lim. Inferior	Lim. Superior
Manhã	chuvoso	33,1	0,0823	32,9	33,2
	seco	35,0	0,1276	34,8	35,3
	transição	35,4	0,1911	35,0	35,7
Tarde	chuvoso	34,9	0,1162	34,6	35,1
	seco	36,2	0,1206	36,0	36,5
	transição	37,2	0,2131	36,8	37,6

Figura 1 - Médias da temperatura superficial corpórea com câmera termográfica, nos turnos manhã e tarde, durante o período chuvoso, transição e seco



A cor branca da pelagem do grupo genético Soinga pode ter grande influência na adaptação dessa raça as condições do clima do Nordeste. Para DeCampos *et al.* (2013), a influência dos genes de cor de pelagem pode determinar a adaptabilidade do animal em um ambiente particular. Assim, o potencial genético de um animal pode ser predeterminado através da influência da cor da pelagem nas características de estresse por calor.

Silva *et al.* (2015) preconizam que em ambientes de alta radiação térmica, a combinação mais adequada seria pelo branco sobre epiderme negra. McManus

et al. (2011) ao observarem a relação entre a cor da pele e do pelo de ovinos sobre a tolerância ao calor relataram que entre os animais da raça Santa Inês, os de pelo branco apresentaram melhores parâmetros de adaptação comparado aos de pelo marrom.

4 CONCLUSÃO

O método da termografia de infravermelho é uma tecnologia que pode ser aplicada para concluir que, os ovinos do grupo genético Soinga se mantem dentro dos padrões considerados ideais para a criação de ovinos, assim se mostra uma raça adaptada as condições climáticas encontradas no semiárido nordestino.

Principalmente no que diz respeito ao bem-estar animal, pode e deve ser usada como alternativa aos métodos tradicionais de obtenção de temperaturas superficiais, trazendo mais precisão, exatidão e praticidade na manipulação de dados.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por possibilitar a realização do trabalho. Agradeço também a Universidade Federal do Cariri – UFCA, por todo o incentivo e apoio financeiro dado aos projetos de iniciação científica. E agradeço também aos proprietários da Fazenda Novo Horizonte por nos acolher e disponibilizar seu espaço e seus animais durante todo o período de realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3. ed. [S. l.]: Guanabara Koogan, 2004.

DECAMPOS, J. S; IKEOBI, C. O. N.; OLOWOFESO O. *et al.* Effects of coat colour genes on body measurements, heat tolerance traits and haematological parameters in West African Dwarf sheep. **Open Journal of Genetics**, [s. l.], v. 3, p. 280-284, 2013.

EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS. **Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos**. Produção Nacional. [20--]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cim-inteligencia-mercado-de-caprinos-e-ovinos/producao-nacional>. Acesso em: 16 ago. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa da Pecuária Municipal**. [20--]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>. Acesso em: 21 jul. 2022.

McMANUS, C.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R. *et al.* Skin and coat traits in sheep in Brazil and their relation with heat tolerance. **Tropical Animal Heat Production**, [s. l.], v. 43, p.121126, 2011.

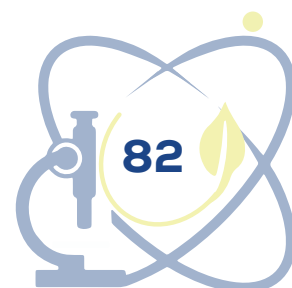
NEIVA, J. N. M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S. H. N. *et al.* Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santos Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira Zootecnia**, [s. l.], v. 33, n. 3, p. 668-678, 2004.

PÁDUA, J. T.; SILVA, R. G. Efeito do estresse térmico sobre o desempenho e características fisiológicas em borregos ideais. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p. 657-659.

SILVA, G. A. **Avaliação do sistema de resfriamento adiabático evaporativo na melhoria do bem-estar de novilhas leiteiras em confinamento**. 2013. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável) - Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, 2013.

SILVA, G. A., SOUZA, B. B., SILVA, E. M. N. Adaptabilidade de ovinos e estratégias para minimizar os efeitos do clima em regiões tropicais. **J. Anim. Behav. Biometeorol**, [s. l.], v. 3, p. 2027, 2015.

SOUSA JÚNIOR, S. C.; MORAIS, D. E. F.; VASCONCELOS, A. M. NERY, K. M.; MORAIS, J. H. G.; GUILHERMINO, M. M. Características termorreguladoras de caprinos, ovinos e bovinos em diferentes épocas do ano em região semi-árida. **Revista Científica de Produção Animal**, [s. l.], v. 10, n. 2, p.127-137, 2008.



DESENVOLVIMENTO DE MATERIAL CERÂMICO POROSO REFRATÁRIO DE HEXALUMINATO DE CÁLCIO (CA6) A PARTIR DE RESÍDUO DA PEDRA CARIRI

Ana Gabriela da Silva Costa

Deusa Kelly Ferreira Bezerra Batista

Ana Candida de Almeida Prado

1 INTRODUÇÃO

O hexaluminato de cálcio ($\text{CaAl}_{12}\text{O}_{19}$, hibonita ou CA6) é um composto que apresenta dificuldade intrínseca de densificação, alto ponto de fusão e apresenta-se como um tipo promissor de refratário. Por sua vez, a Pedra Cariri, rocha calcária localizada no sul do Ceará, consiste em um excelente candidato para a fabricação de produtos refratários, devido ao alto teor de carbonato de cálcio em sua composição. No entanto, com a crescente utilização da Pedra Cariri para a obtenção de carbonato de cálcio, o aumento da produção de rejeito desse material, conseqüentemente ocorre. Dessa forma, uma possível solução para viabilizar o uso desse resíduo é utilizá-lo como matéria-prima para a produção de produtos refratários.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi investigar através de análises de difração de raios X, a incorporação do resíduo de pedra cariri na formulação de refratários cerâmicos porosos com o intuito de identificar as melhores condições de temperatura e formulação química para a obtenção da fase CA6.

2 METODOLOGIA

A partir das análises químicas das matérias-primas (alumina comercial e rejeito da pedra cariri) foram feitos cálculos estequiométricos para preparar amostras com 3 formulações químicas diferentes. Cada uma dessas formulações, foi queimada em 3 temperaturas, totalizando 9 amostras. As proporções molares

usadas foram 0,5 mol de CaO com 6 mols de Al_2O_3 , 1 mol de CaO com 6 mols de Al_2O_3 e 1,5 mols de CaO com 6 mols de Al_2O_3 . Já as temperaturas utilizadas, foram 1300 °C, 1400 °C e 1500 °C.

As medidas de difração de raios X dos pós ocorreram no laboratório de raios X, do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará - UFC. Utilizou-se um difratômetro PANalytical modelo Xpert Pro MPD, com tensão de 40kV e corrente 40 mA, respectivamente, recebendo radiação de cobalto ($K\alpha$) num intervalo na faixa de $2\theta = 4$ a 100° , passo de $0,013^\circ$ e tempo total de medida de 30 minutos.

As fases minerais foram identificadas através do software High Score Plus, também da PANalytical, comparando-se os resultados difratométricos com os padrões do banco de dados Crystallography Open Database (COD).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo a Associação Brasileira de Cerâmica (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA, 2016), o grupo dos materiais cerâmicos refratários compreende uma diversidade de produtos, que têm como finalidade suportar temperaturas elevadas nas condições específicas de processo e de operação dos equipamentos industriais, que em geral envolvem esforços mecânicos, ataques químicos, variações bruscas de temperatura e outras solicitações.

A alumina (Al_2O_3) é um exemplo de matéria-prima cerâmica artificial, extraída da rocha bauxita. Também é conhecida como óxido de alumínio e é muito utilizada para a fabricação de materiais refratários, abrasivos e outros produtos com propriedades e aplicações variadas.

A rocha calcária denominada de Pedra Cariri, localizada no sul do Ceará, é composta principalmente por carbonato de cálcio, contendo baixos teores de ferro, manganês, silício e alumínio. Devido ao seu alto teor de carbonato de cálcio, a Pedra Cariri é um excelente candidato para a fabricação de produtos compostos por aluminatos de cálcio, tais como refratários isolantes. No entanto, a extração dessa rocha gera uma perda total de material em torno de 70% (CORREIA; VIDAL; RIBEIRO, 2006).

Já, o hexaluminato de cálcio ($CaAl_{12}O_{19}$ ou $CaO.6Al_2O_3$ ou CA6 ou ainda,

hibonita) consiste em uma fase que se origina em temperaturas próximas de 1400° C geralmente por reação em estado sólido entre CaO e Al_2O_3 e é o composto do sistema CaO- Al_2O_3 mais rico em alumina. É uma fase termodinamicamente estável até o ponto peritético acima de 1875° C, apresentando boa resistência ao choque térmico e estabilidade química em temperaturas elevadas, podendo dessa forma, ser empregada como material refratário (FERREIRA, 2015).

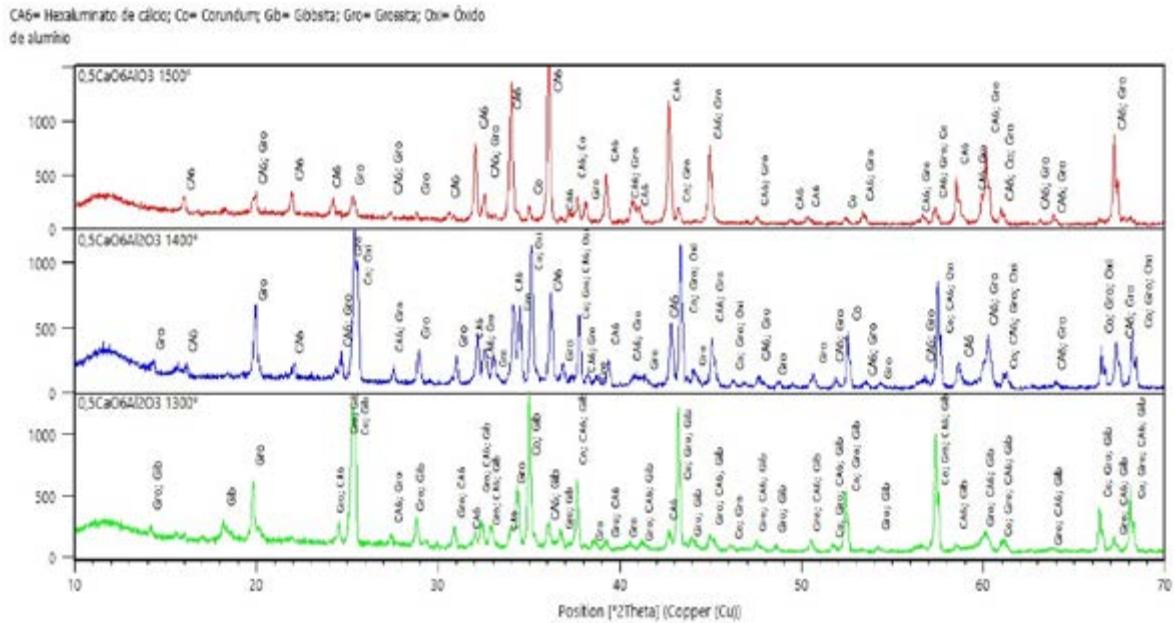
A reação direta da alumina com o CaCO_3 gera a decomposição do carbonato, liberando CO_2 e deixando poros na microestrutura. Ao aliar o isolamento térmico promovido pelos poros com a estabilidade química, dimensional e a refratariedade da fase cristalina CA6, obtém-se um material com características apropriadas para ser usado como material refratário isolante (FERREIRA, 2015).

Ainda, a técnica de caracterização, difração de raios X é uma ferramenta de estudo muito eficiente, a qual permite o conhecimento do tipo de estrutura cristalina de materiais, estimar seus parâmetros de rede e até mesmo, estabelecer suas composições químicas.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

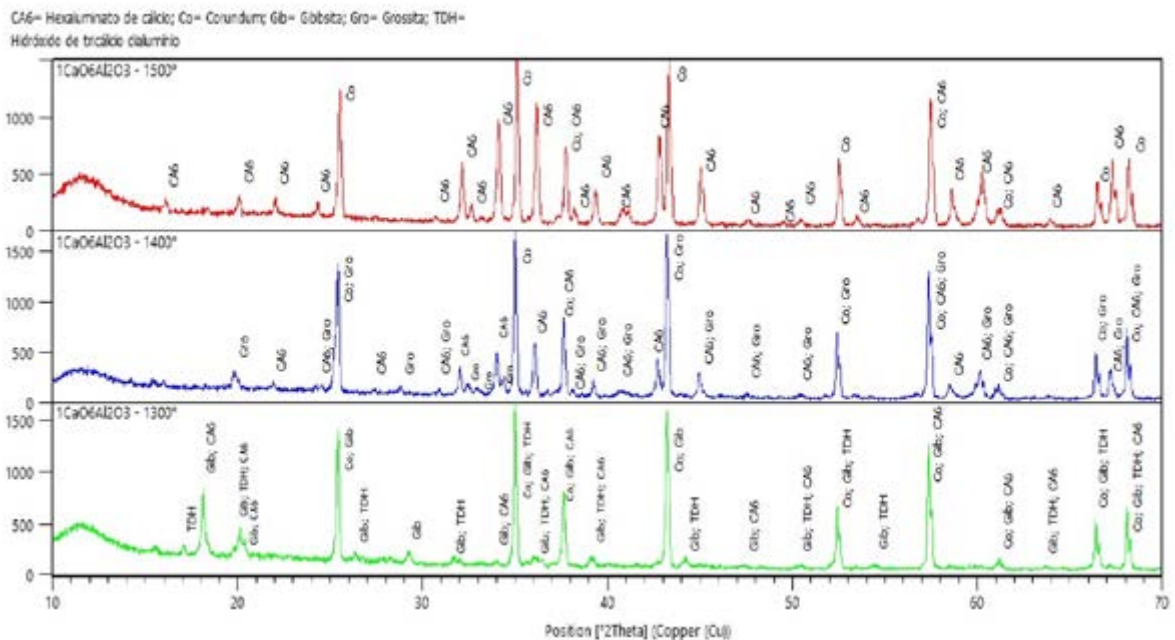
As figuras 1, 2 e 3 mostram as comparações feitas entre os difratogramas das amostras, e as fases presentes nelas. Respectivamente, as figuras 1, 2 e 3 mostram a comparação das amostras com proporção de 0,5:6, 1,0:6 e 1,5:6 mols de CaO: Al_2O_3 , queimadas nas temperaturas de 1300° C, 1400° C e 1500° C.

Figura 1 - Comparação dos difratogramas das amostras com proporção de $0,5\text{CaO}:6\text{Al}_2\text{O}_3$ queimadas em diferentes temperaturas



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 2 - Comparação dos difratogramas das amostras com proporção de $1\text{CaO}:6\text{Al}_2\text{O}_3$ queimadas em diferentes temperaturas

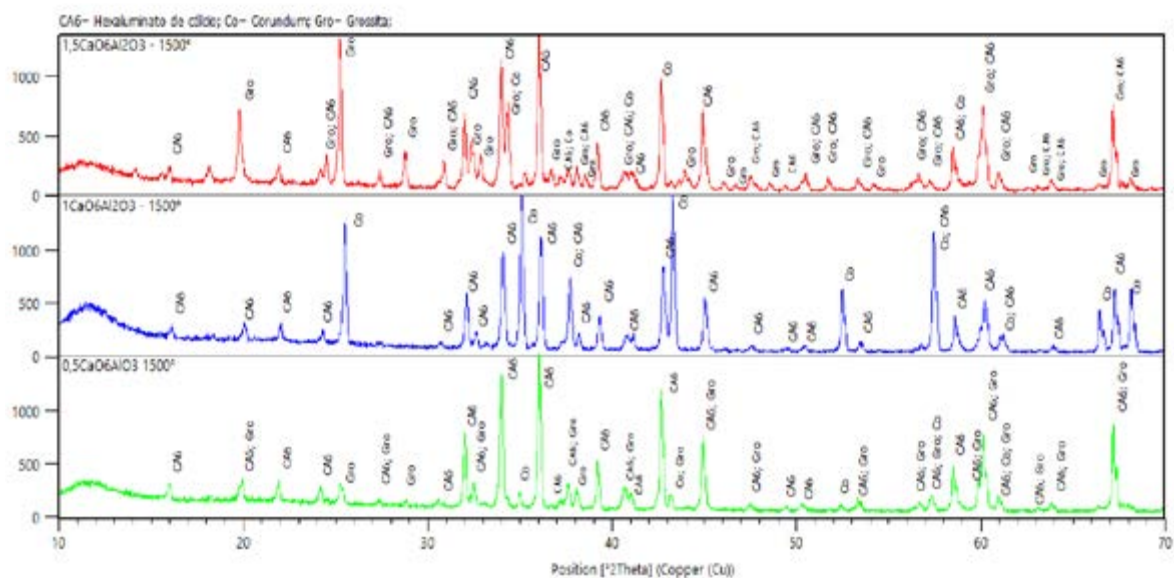


Fonte: Autoria própria (2022).

Em todas as proporções molares, nas amostras queimadas a 1300° C, foram identificados picos da fase CA6 menos intensos do que nas amostras queimadas a 1400° C, que por sua vez, também apresentaram picos de CA6 menos intensos do que aqueles presentes nas amostras que foram queimadas a 1500° C.

A Figura 3 representa a comparação entre as três proporções padronizando a temperatura de queima à 1500° C, com foco na formação da fase CA6. Analisando as intensidades dos picos presentes em cada amostra, foi possível identificar qual a proporção molar mais favorável para a formação da fase. Assim, devido ao fato de apresentar picos de CA6 mais intensos e predominantes entre as fases formadas, a proporção molar de 0,5:6 foi a mais propícia à formação da fase pretendida.

Figura 3 - Comparação dos difratogramas das 3 amostras queimadas a 1500° C



Fonte: Autoria própria (2022).

5 CONCLUSÕES

Através dos difratogramas e das comparações feitas com base nas temperaturas testadas, pôde-se perceber que a intensidade dos picos da fase CA6 nas amostras, cresce conforme a temperatura aumenta. Portanto, pode-se constatar que dentre as três temperaturas em questão (1300° C, 1400° C e 1500°

C) a temperatura de 1500 °C apresenta as melhores condições para o material refratário formar o hexaluminato de cálcio.

Mantendo a temperatura de queima constante a 1500 °C, os difratogramas obtidos mostraram que a fase pretendida CA6, foi formada em todas as amostras, porém, em diferentes quantidades. A formulação com proporção molar de 0,5:6, foi a mais propícia à formação da fase CA6, visto que esta apresentou picos de maiores intensidades relativas da fase correspondente.

AGRADECIMENTOS

Gratidão à UFCA pelo estímulo para a elaboração do projeto, e à Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação – PRPI, pelo suporte financeiro por intermédio de bolsas de iniciação científica e tecnológica para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA – ABCERAM. **Informações técnicas definição e classificação**. 2016. Disponível em: <https://abceram.org.br/definicao-e-classificacao/>. Acesso em: 27 set. 2022.

CORREIA, Júlio Cesar G.; VIDAL, Francisco W. Hollanda; RIBEIRO, Roberto Carlos da C. Caracterização tecnológica dos calcários do Cariri do Ceará. *In*: SIMPÓSIO DE ROCHAS ORNAMENTAIS DO NORDESTE, 6., 2006, Recife. **Anais** [...]. Recife: [s. n.], 2006. p. 65-73.

FERREIRA, Veridiana Lopes. **Evolução da microestrutura do hexaluminato de cálcio (CaAl₁₂O₁₉) formado *in situ* para obtenção de cerâmicas refratárias porosas**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, 2015.



USO ESP32 PARA COLETA DE INFORMAÇÕES COM REDE LOCAL WIFI

Lairta Stefany dos Santos

José Nilton Araújo Junior

Carlos Wagner Oliveira

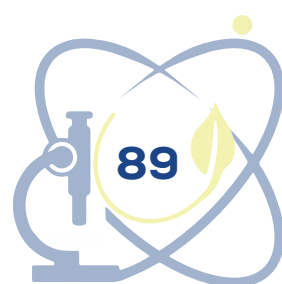
1 INTRODUÇÃO

A tecnologia na agricultura veio para dar um suporte ao agricultor, a história demonstra, que, as inovações tecnológicas na agricultura propiciam a quebra de paradigmas no modelo de produção agrícola. A rede digital apoia o produtor deste do início da plantação até o processo de pós colheita, auxiliando nos processos, com objetivo de ter maior agilidade na tomada de decisão através de softwares que permitem ao produtor rural fazer o monitoramento na lavoura, automatizar os processos, conectar máquinas agrícolas, além de reduzir custos e aumentar a produtividade na lavoura. Agricultores que têm acesso a essa ferramenta são minoria, e os pequenos agricultores têm mais dificuldade em ter esse acesso por meio convencionais e não possuem recursos para contratar ou comprar.

A *internet of Things* (IoT) é um termo em inglês que traduzido para o português, significa internet das coisas e segundo Atzori é um paradigma que conecta sistemas embarcados, como sensores e atuadores, através de rede sem fio.

O IoT é um conceito de identificação por radiofrequência, essa ferramenta está permitindo uma heterogeneidade de equipamentos sejam conectados à internet, como televisores, automóveis, smartphones, câmeras e outros. De acordo com a FORBES DE 2014, a previsão é que, em 2020, estariam conectados à rede mundial de computadores mais de 40 bilhões de dispositivos. Com esse cenário novas possibilidades de aplicações surgem.

A agroindústria vem cada vez mais investindo nessa ferramenta, tornando-se, um novo paradigma que é a agricultura 4.0, tendo a tecnologia como foco.



Entretanto, para se obter essa tecnologia no campo tem um elevado custo, especialmente para grandes propriedades, ou lugares afastados dos centros urbanos. A agricultura familiar tem um déficit dessa tecnologia pelo alto custo, diante disso vem o surgimento de tecnologia alternativa de baixo custo.

Um exemplo de sistema embarcado é a plataforma eletrônica Arduino, com seu hardware e software baseados em código aberto, e sua linguagem de programação em C e C + +. É possível utilizá-lo com sistemas operacionais Windows, Linux, Mac OS (ARDUINO, 2019). Os sistemas embarcados muitas vezes estão atrelados a outras tecnologias como o Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD), é um software que auxilia na criação, construção e manipulação de um Banco de Dados (BD). São confiáveis, seguros, de fácil acesso e eficientes, localizam-se em redes fixas e podem muitas vezes funcionar como servidores locais (COELHO, 2014). Entre os principais benefícios de utilizar o Arduino, estão: 1) Prototipagem de baixo custo; 2) Diversos tutoriais de projetos na internet; 3) Linguagem simples de programação; 4) Alto número de possibilidades de execução.

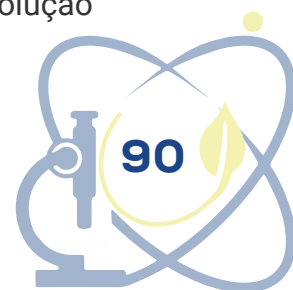
2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema, que consiste na medição de temperatura e umidade de um solo, armazenando as informações, sendo feita pelo comando do celular *smarts* utilizando uma rede própria de wifi a fim de trazer benefícios e comodidade ao usuário do sistema, visando a praticidade e valor de custo para pequenos agricultores uma vez não ser necessário contratação de servidor de internet.

3 METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Centro de ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB) da Universidade Federal do Cariri, Crato-CE, com as seguintes coordenadas geográficas: Localiza-se a uma 'latitude 7°13'59" sul e a uma longitude 39°22'11.76" do Meridiano de Greenwich, e na altitude de 454m, no período de Março a Julho.

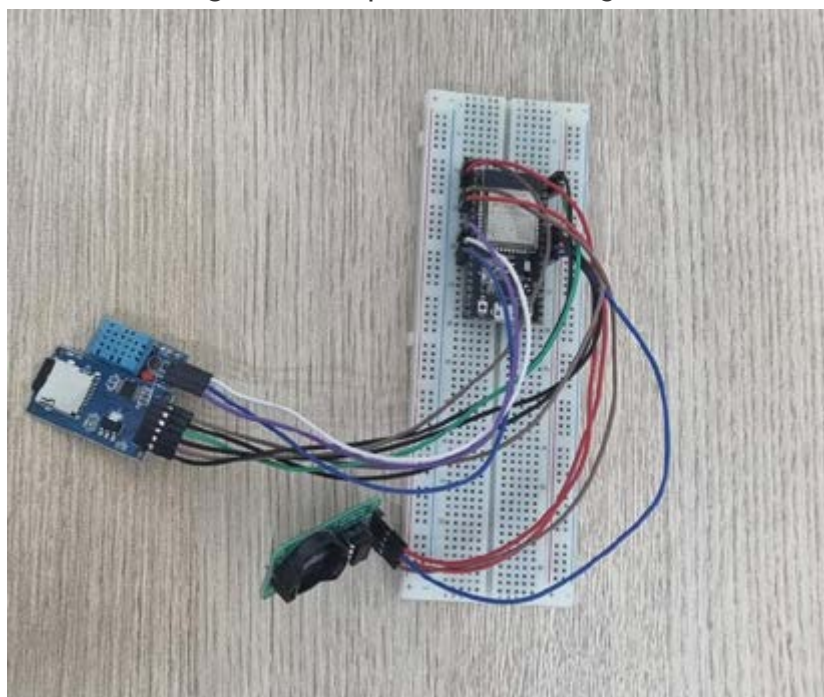
Foi utilizada a placa ESP32S, o módulo ESP 32 (Figura 1) é um módulo Wi-Fi de alta performance, com um baixíssimo consumo de energia. É uma evolução



do ESP8266, com maior poder de processamento e *bluetooth* BLE 4.2 embutido. A placa possui o chip ESP 32 com antena embutida, uma interface sub-serial e regulador de tensão 3.3V. O DHT11 (Figura 1) é um sensor de temperatura e umidade que permite fazer leituras de temperaturas entre 0 a 50 Celsius e umidade entre 20 a 90%, muito usado para projetos com Arduino.

Outras peças necessárias que foram utilizadas foram uma protoboard, módulo de microSD e fios para conectar. É necessário conectar o sensor DH11 ao ESP320, antes de prosseguir para o servidor da web. Na (Figura 1) mostra a montagem final da placa contendo o sensor de umidade e temperatura, o módulo rtc (*Real Time Clock*) e o módulo de microSD. Para composição do código é faz necessária também a instalação de bibliotecas do sensor, placa ESP-32s e do servidor da Web no arduino IDE onde será feito o código de comando.

Figura 1 - Esquema da montagem



4 RESULTADOS

Para criação de uma rede wifi local, para comunicação do módulo Esp32s e um dispositivo móvel, foi utilizado um código *WIFI access point* da biblioteca arduino IDE. Este código além de estabelecer a rede local permite comunicação

entre os dispositivos, em que o ESP-32s recebe e executa comandos do dispositivo móvel. A (Figura 2) mostra parte do código, que cria a rede local. Na (Figura 2) a parte do código que está sendo indicada por uma seta, tem a função de definir o nome e senha da rede que o ESP32s vai gerar, assim possibilitando a identificação do aparelho móvel com rede gerada.

Figura 2 - Tela do software arduino IDE com a parte de login do código resultante



```

acesso_DHT2_leitura | Arduino 1.8.19 (Windows Store 1.8.57.0)
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

acesso_DHT2_leitura
// ** MISO - pin 12 on Arduino Uno/Duemilanove/Diecimila
// ** CLK - pin 13 on Arduino Uno/Duemilanove/Diecimila
// ** CS - depends on your SD card shield or module in this case pin 4.
int chipSelect = 4; //SD card CS pin connected to pin 4 of Arduino
File dataFile;
String filename = "LoggerA";
String buffer;

///Configuração RTC
//myRTC(clock, data, rst)
virtuabotixRTC myRTC(6, 7, 8);

// Set these to your desired credentials.
const char *ssid = "LAB.H.H";
const char *password = "Irrigal23";

WiFiServer server(80);

```

Para estabelecer uma comunicação da placa com a rede própria foi mandado um código que pode ligar e desligar a luz de led da placa pelo dispositivo móvel como demonstra a (Figura 3). Na Figura 4 a seta maior que está presente na Figura indica a parte do código que cria o site que utilizamos para controlar o ESP32s, enquanto a seta menor lê o comando que foi dado no site, interpreta e envia o comando de ligar ou desligar o led do ESP32.

Figura 3 - Luz de led da placa ESP32s ligada



Figura 4 - Tela do software arduino IDE com a parte de leitura do código resultante

```

AccessPoint
// the content of the HTTP response follows the header:
client.print("Click <a href=\"/H\">here</a> to turn ON the LED.<br>");
client.print("Click <a href=\"/L\">here</a> to turn OFF the LED.<br>");

// The HTTP response ends with another blank line:
client.println();
// break out of the while loop:
break;
} else { // if you got a newline, then clear currentLine:
  currentLine = "";
}
} else if (c != '\r') { // if you got anything else but a carriage return character,
  currentLine += c; // add it to the end of the currentLine
}

// Check to see if the client request was "GET /H" or "GET /L":
if (currentLine.endsWith("GET /H")) {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // GET /H turns the LED on
}
if (currentLine.endsWith("GET /L")) {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // GET /L turns the LED off
}
}

```

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O módulo de comunicação WIFI e rede local podem ser usados na elaboração de um sistema automático de aquisição e controle de dados, os materiais utilizados são de baixo custo e a rede local não necessita um servidor de internet pago.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

BLOG DA ROBOTICA. **Programar a Esp32s no arduino**. [20--]. Disponível em: <https://www.blogdarobotica.com/2021/08/24/como-programar-a-placa-esp32-no-arduinohttps://www.blogdarobotica.com/2021/08/24/como-programar-a-placa-esp32-no-arduino-ide/ide/>. Acesso em: 24 jul. 2022.

BLOG MASTER WALKER SHOP. **Bibliotecas de sensor de temperatura e umidade**. [20--]. Disponível em: <https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-sensor-dehttps://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-sensor-de-umidade-e-temperatura-dht11umidade-e-temperatura-dht11>. Acesso em: 24 jul. 2022.

CAP SISTEMA. **Servidor da web ESP32 DHT11/DHT22**. [20--]. Disponível em: <https://capsistema.com.br/index.php/2020/02/02/servidor-da-web-esp32-dht11-dht22https://capsistema.com.br/index.php/2020/02/02/servidor-da-web-esp32-dht11-dht22-temperatura-e-umidade-usando-o-arduino-ide/temperatura-e-umidade-usando-o-arduino-ide/>. Acesso em: 27 jul. 2022.

CURTO CIRCUITO. **Análise climática com ESP32s e Blynk**. [20--]. Disponível em: <https://www.curtocircuito.com.br/blog/Categoria%20IoT/analise-climatica-esp32-blynk>. Acesso em: 10 jul. 2022.

KOGOS, Thaisa Karina. **Protótipo para monitorar e analisar temperatura e umidade**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2021. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/26455>. Acesso em: 20 jul. 2022.

LOBO DA ROBOTICA. **Web serve com placa Esp32s- Conexão wifi, Lobo da robótica, São Paulo**. [20--]. Disponível em: <https://lobodarobotica.com/blog/web-server-com-esp32-conexao-wifi/>. Acesso em: 28 jul. 2022.

ROBO CORE. **Bibliotecas da placa Esp32s**. [20--]. Disponível em: <https://www.robocore.net/tutoriais/adicionando-bibliotecas-na-ide-arduino>. Acesso em: 24 jul. 2022.

USINA INFO. **Projeto ESP32 Display e Sensor DHT22 Medindo**. [20--]. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/blog/projeto-esp32-com-display-oled-e-sensor-am2302>. Acesso em: 27 jul. 2022.

AÇÃO DE IDENTIFICAR *FAKE NEWS* POR FUTUROS PROFESSORES DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Samara Sávia Braz Alves¹

Paulo Gonçalo Farias Gonçalves²

1 INTRODUÇÃO

Com a popularização das redes sociais digitais e aumento no compartilhamento de notícias entre os usuários, o termo *fake news* vem sendo discutido em diferentes espaços da sociedade. Evidencia-se uma crise de confiança relacionada à ciência através do negacionismo crescente, produzindo uma alteração das percepções e interpretação das pessoas frente a boatos que distorcem a realidade, constituindo-se um problema de saúde pública e social.

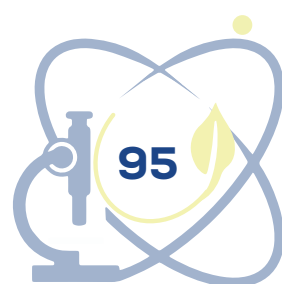
Nesse contexto, o “achismo” e a opinião ganham espaço frente ao conhecimento científico, “levando os indivíduos a buscarem informações que ratifiquem as suas próprias crenças” (FREIRE *et al.*, 2021, p. 4066).

Diante desse quadro, a formação de professores, ao possibilitar aos futuros docentes combaterem a desinformação através de conhecimentos científicos, torna-se um espaço promissor para se tratar o tema.

Nesse sentido, a pesquisa objetiva apresentar um recorte da caracterização da compreensão de discentes do curso Interdisciplinar em Ciências Naturais em Matemática sobre a ação de identificar *fake news*.

¹ Universidade Federal do Cariri (UFCA) samara.alves@aluno.ufca.edu.br

² Universidade Federal do Cariri (UFCA) paulo.goncalo@ufca.edu.br



2 FUNDAMENTAÇÃO

As *fake news*, também chamadas de notícias falsas, consistem na distribuição deliberada de desinformação ou boatos, com o propósito de deturpar informações. Para Rocha e Brandão (2021, p. 76) estas podem “ser definidas como relatos que inventam ou alteram os fatos disseminados em larga escala nas mídias sociais por sujeitos interessados nos efeitos que elas podem produzir”, além do que, “visam influenciar as crenças das pessoas, manipulá-las politicamente ou causar confusões em prol de interesses escusos” (SANTAELLA, 2018, p. 20).

É importante se pensar maneiras de se enfrentar a produção deliberada de notícias falsas, com ataques à Ciência. O conceito de “pós-verdades” ganha destaque nesse contexto negacionista como algo “relacionado a circunstâncias nas quais os fatos objetivos são menos influentes em moldar a opinião pública, que então passa a apelar para a emoção ou para as convicções pessoais” (GROSSI; LEAL; SILVA, 2021, p. 184), ou seja, os fatos objetivos têm menos influência do que apelos por emoção, às crenças e opiniões são mais importantes que a realidade objetiva.

Com isso, surge a necessidade de se promover uma educação baseada na Ciência, como produção social e coletiva, que permita aos indivíduos um maior engajamento frente ao pensamento científico, promovendo a formação de cidadãos leitores do mundo de forma crítica e participativa. Bicudo e Teixeira (2022, p. 4) salientam a necessidade de se formar pessoas com as competências necessárias para torná-los capazes de se posicionarem criticamente frente a notícias postas, “associadas a diferentes habilidades, tais como filtragem, avaliação, verificação e análise”.

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no Instituto de Formação de Educadores (IFE), campus da Universidade Federal do Cariri (UFCA), localizado no município de Brejo Santo. Especificamente, no âmbito da disciplina de Laboratório de Práticas Pedagógicas II (LPP II), do 2º semestre da Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática.

O referido componente curricular possui uma carga horária de 96 horas e tem como enfoque o planejamento e o desenvolvimento de projetos interdisciplinares e materiais didáticos para o ensino e aprendizagem de Ciências Naturais e Matemática, a partir da discussão de temática transversais.

No que concerne aos participantes, os indivíduos foram 15 discentes, sendo oito homens e sete mulheres, com idades entre 19 e 38 anos. Nenhum dos sujeitos da pesquisa atuavam como docentes.

O instrumento de coleta de dados foi um questionário, composto por sete questões subjetivas e objetivava caracterizar a compreensão dos licenciandos sobre a identificação de *fake news* e o papel da Educação em Ciências na formação dessa habilidade. Após coletados, os dados foram analisados por meio da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011).

Quadro 1 - Plano de elaboração do questionário

PERGUNTAS	OBJETIVOS
1) Quando escuta ou lê o termo <i>FAKE NEWS</i> você lembra de... Associe até 3 palavras ou termos curtos. I. _____ II. _____ III. _____	Identificar as palavras que os estudantes associam ao termo <i>fake news</i> .
2) O que você entender por <i>fake news</i> ?	Avaliar o entendimento inicial do estudante acerca do termo <i>fake news</i> .
3) Ao se deparar com uma informação, quais passos utilizaria para identificar se está diante ou não de uma <i>fake news</i> ?	Identificar os passos utilizados pelo estudante para evidenciar se uma informação é ou não uma <i>fake news</i> .
4) Quais as principais características de um indivíduo que consegue identificar <i>fake news</i> adequadamente? I. _____ II. _____ III. _____	Identificar as características de um indivíduo que consegue identificar <i>fake news</i> adequadamente.
5) Qual é a relevância de se trabalhar o tema <i>fake news</i> no contexto escolar?	Avaliar a percepção do aluno acerca da relevância de se trabalhar o tema <i>fake news</i> no contexto escolar.

6) Qual é o papel do professor de Ciências Naturais no combate as <i>fakes news</i> ?	Verificar a avaliação realizada pelos participantes acerca do papel do professor de Ciências Naturais no combate as <i>fakes News</i> .
7) Supondo que você vai trabalhar o tema <i>fake news</i> em uma aula de Ciências Naturais, com uma turma do Ensino Fundamental II. Descreva quais estratégias utilizaria nessa aula.	Identificar as estratégias utilizadas pelo estudante numa aula de Ciências Naturais com o tema <i>fake News</i> .

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4 RESULTADOS

Apresentamos o presente recorte em duas partes. Inicialmente discutindo a compreensão dos discentes acerca do que é *fake news* e, posteriormente, de como eles entendem que se dá o processo de identificação dessas notícias falsas.

Para discussão do entendimento dos estudantes sobre as *fake news*, mostramos na Figura 1 uma nuvem de palavras, elaborada a partir do conjunto de respostas dos sujeitos da pesquisa.

Figura 1 – Nuvem de palavras sobre *fake news*



Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

No nível mais superficial de observação, é evidente o destaque às palavras “mentiras”, “política” e “notícias falsas”. É notória que a percepção dos alunos

quanto ao entendimento do que sejam as *fake news* está alinhada ao que alguns autores falam. Rocha e Brandão (2021) chamam essa onda de desinformação de notícias falsas e enfatizam que são utilizadas, muitas vezes, por movimentos políticos como forma de manipular a opinião pública e causar a desinformação.

Ao serem indagados sobre como se identificar uma *fake news*, 80% dos respondentes citaram a “origem da notícia” como um passo para identificação de notícias falsas, 13,33% destacam a invariante “sobre o compartilhamento”, de modo a não compartilhar notícias em que se está com dúvida de sua veracidade, mesmo sendo compartilhada por conhecidos. Francesco e Leone (2020, p. 5) diz que “a prática de checagem de informação dos conteúdos falsos, duvidosos ou tendenciosos, tornou-se importante no processo de combate às ‘fake news’, pois conscientiza os leitores sobre os tipos de mentiras contadas com roupagem noticiosa”.

Os alunos citaram a CRITICIDADE E SER OBSERVADOR como características predominantes relacionadas às características de um indivíduo que consegue identificar *fake news* adequadamente. A Educação Midiática é uma ferramenta importante na formação de cidadãos críticos e seletivos, capazes de interpretar notícias falsas. Para Pinheiro (2021, p. 21) “ser um letrado crítico é algo fundamental para lidar com as FN que circulam nas redes sociais atuais, cujas características tecnológicas e sociais potencializam a viralização de conteúdos”.

Quadro 2 – Relevância de se trabalhar o tema *fake news* no contexto escolar

PARTICIPANTE	RESPOSTA
ESG	“Alta relevância. É importante esse tipo de diálogo para criarmos cidadãos que questionarão e não acreditam em tudo o que leem”.
JC	A importância de se trabalhar o tema <i>fake news</i> na educação, é justamente porque com o avanço das tecnologias, as informações hoje o acesso é bem mais rápido, e com isso a escola tem que apresentar as crianças e aos jovens os riscos que tais informações pode causar a eles, uma vez que as <i>fake news</i> estão em várias áreas.
FR	Muitíssimo importante, pois muitos alunos usam dos meios tecnológicos para estudarem (e levando em consideração que é nesse meio que há um número maior de circulação dessas <i>fake news</i>) logo seria interessante dicas de como identificar se certas informações são verdadeiras, até para que não haja uma disseminação ainda mais crítica dessas. Principalmente nos dias atuais, onde a internet impulsiona notícias e vídeos curtos, faz com que as pessoas tornem-se preguiçosas e não procurem pela verdade concreta. Educar jovens para repassarem informações verdadeiras e sondarem se realmente são, é fundamental para a construção de jovens conscientes e responsáveis.

EM	Os alunos estão em constante aprendizado e desenvolvimento, trabalhar sobre <i>fake news</i> na escola os ajudaria a entender o que são de fato as <i>fake news</i> e também a conscientizá-los a não criar ou compartilhar essas notícias falsas.
----	--

Fonte: Elaborada pela autora (2022)

O quadro 2 mostra as respostas de alguns discentes relacionada à como estes consideram importante o trabalho no contexto escolar da temática *fake news*. É notório que todos julgam relevante à abordagem em sala de aula pelos professores sobre essas questões, visto que os jovens estão mais propensos à exposição a boatos presentes nas mídias sociais por terem mais contato e estarem mais imersos nesse mundo tecnológico com mais frequência. Os professores são peças importantes para ajudar esse público na identificação das *fake news* de modo a conscientizá-los sobre essa propagação e suas consequências. Grossi, Leal e Silva (2021, p. 182) enfatizam que

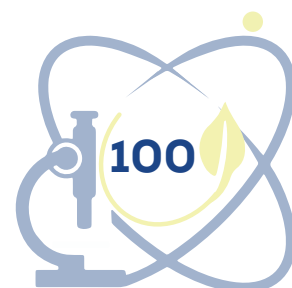
uma das formas de alavancar a aprendizagem dos alunos é proporcionando estímulos coerentes com a cultura tecnológica empregada na sociedade, promovendo experiências de aprendizagem diferenciadas e em consonância com a cultura digital.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O isolamento social, causado pela atual pandemia, ocasionou também uma maior proliferação de notícias falsas. Diante disso, buscamos investigar como a ação de identificar *fake news* tem sido compreendida por futuros professores de Ciências Naturais e Matemática.

A partir dos recortes apresentamos, verificamos convergências entre as compreensões dos discentes sobre a definição e sobre a ação de identificar *fake news* e a literatura científica.

Diante disso, é essencial que haja uma maior exploração do tema, tanto no contexto de investigação nas áreas que permeiam Educação Científica quanto na incorporação de práticas no âmbito da formação inicial de professores.



AGRADECIMENTOS

Agradecimento a Universidade Federal do Cariri, pelo fomento à pesquisa realizada por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC).

REFERÊNCIAS

BARDIN L. **Análise de conteúdo**. 5. ed. Lisboa: Edições 70, 2011.

BICUDO, Rodrigo; TEIXEIRA, Ricardo Roberto Plaza. Educação Científica e Negação da Ciência. **Educação, Ciência e Cultura**, [s. l.], v. 27, n. 1, 2022. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Educacao/article/view/8058>. Acesso em: 20 jun. 2022.

FRANCESCO, Nayara Nascimento; LEONE, Simone Delago. Educação Midiática contra "fake news". **Revista científica UMC**, [s. l.], v. 5, n. 1, 2020. Disponível em: <http://seer.umc.br/index.php/revistaumc/article/view/955>. Acesso em: 01 jun 2022.

FREIRE, Neyson Pinheiro *et al.* A infodemia transcende a pandemia. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 26, p. 4065-4068, 2021. Disponível em: <https://www.scielosp.org/article/csc/2021.v26n9/4065-4068/>. Acesso em: 06 jun. 2022.

GROSSI, Márcia Gorett Ribeiro; LEAL, Débora Cristina Cordeiro Campos; SILVA, Mônica Ferreira da. Educação midiática, cultura digital e as fake news em tempos de pandemia. **Educação em Revista**, [s. l.], v. 22, n. esp2, p. 179-198, 2021. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/educacaoemrevista/article/view/12130> . Acesso em: 20 jul. 2022.

PINHEIRO, Petrilson. Fake news em jogo: uma discussão epistemológica sobre o processo de produção e disseminação de (in) verdades em redes sociais. **DELTA: Documentação de Estudos em Lingüística Teórica e Aplicada**, [s. l.], v. 37, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/delta/a/8gjBC9zP3Xt3rNJbdzpPPhb/>. Acesso em: 21 jul. 2022.

ROCHA, Telma; BRANDÃO, Cleyton. Cibercultura, educação básica e pandemia: plano de aula sobre as fake news das vacinas. **Revista Docência e Cibercultura**, [s. l.], v. 5, n. 4, p. 7496, 2021. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rehttps://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/re-doc/article/view/60979doc/article/view/60979>. Acesso em: 26 jun. 2022.

SANTAELLA, Lúcia. **A pós-verdade é Verdadeira ou Falsa?** São Paulo: Editora Estação das letras e cores, 2018.

ANÁLISE CIENTÍFICA SOBRE HERBÁRIO VIRTUAL

Maria Eduarda Xenofonte Carvalho¹

Erika Alves de Souza²

Ines Mirlene da Silva Gonçalves³

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Maciel (2017), o herbário virtual produzido proporciona aos professores e estudantes outro modo de ensino e aprendizagem. Além de contribuir em diversas áreas da Biologia e Botânica pode atuar também ao nível de graduação. Esse tipo de ferramenta didática atua como motivação pelo estudo para os alunos, uma ferramenta prática que armazena diversas informações com fácil acesso.

Informações relativas ao desmatamento alertam para a necessidade urgente de salvaguardar dados das espécies e de seus ambientes. Nesse contexto, os herbários são coleções botânicas nas quais se encontram depositados e documentados a diversidade e riqueza da flora de uma determinada área (PEIXOTO; MORIM, 2003).

Segundo Cavalheiro *et al.* (2013), as pesquisas na área da botânica Sistemática e Taxonômica possibilitam identificar e classificar as espécies com base em suas características morfológicas e filogenéticas, Diante da diversidade vegetal atrelada a conhecimentos pretéritos e atuais que contribuem com informações aplicáveis a áreas de florística, monitoramento, conservação, fitoquímica, dentre outras.

No Brasil, o ensino de Botânica ainda acontece predominantemente de

¹ eduarda.xenofonte@urca.br

² erika.monteiro@urca.br

³ ines.mirlene@urca.br

forma expositiva e com a utilização do livro didático, sem que haja contato com os vegetais ou com práticas que envolvam os organismos estudados, gerando dificuldade e desmotivação por parte do aluno que atua apenas como ouvinte nessas aulas (FEIFFER *et al.*, 2018).

2 OBJETIVOS

Pesquisar informações elementares para a implantação de dados de qualidade integrando e socializando estratégias dos acervos aos herbários, promovendo o acesso livre e aberto disponíveis a qualquer indivíduo ou grupo.

3 METODOLOGIA

A partir dos objetivos do trabalho, procedeu-se com a definição dos critérios de seleção dos periódicos, a coleta e a triagem dos artigos e análise de conteúdo. A sua elaboração seguiu as seguintes etapas: busca nas bases de dados, leitura dos resumos dos artigos e em seguida a elegibilidade dos artigos disponíveis gratuitamente nas bases de dados e com texto completo.

Foi realizada a pesquisa dos artigos nas seguintes bases de dados: SciELO (Scientific Electronic Library Online) e Google Acadêmico (Google Scholar), com o intuito de identificar estudos que apresentassem pesquisas de alta qualidade, prontas para identificar e averiguar a análise científica sobre herbário virtual. Em seguida, procedeu a leitura na íntegra do conteúdo dos artigos selecionados e logo após foram analisados conforme o título, resumo e estudo sobre fundamentos aplicados em questão.

4 RESULTADOS

As pesquisas educacionais e as discussões entre especialistas apontam a utilização de outros recursos didáticos, por exemplo, a informática, como materiais com os quais os professores poderiam buscar a superação dos modelos clássicos do ensino de Ciências (TEIXEIRA, 2006).

A diferença entre o número absoluto das espécies nativas e exóticas demonstra uma valorização das exóticas na paisagem. Essa substituição

promove uma uniformização das vegetações urbanas e danos causados pelas espécies exóticas às espécies nativas, por ser potenciais invasoras (LESSE *et al.*, 2020).

O herbário virtual produzido proporciona aos professores e estudantes outro modo de ensino e aprendizagem. Esse tipo de ferramenta didática atua como motivação pelo estudo para os alunos, uma ferramenta prática que armazena diversas informações com fácil acesso. Além de contribuir em diversas áreas da Biologia e Botânica pode atuar também ao nível de graduação (MACIEL, 2017).

O site do herbário virtual (Figura 1) encontra-se no seguinte endereço eletrônico: <https://sites.google.com/site/virtualherbario>. O nome Herbário Virtual reporta-se à identidade do site, que contém imagens de plantas herborizadas remetendo a um herbário: coleção científica de amostras de plantas prensadas, dissecadas e identificadas referentes a uma determinada região.

Figura 1 - Visão geral do site Herbário Virtual



Fonte: Herbário Virtual (20--).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância de se ter um herbário virtual no ramo da botânica é uma ferramenta de amplo significado para o ensino, pesquisa e extensão, sendo, a implantação do herbário virtual o primeiro passo que converge na aproximação entre produção de conhecimento e socialização. Quantidades de acessos à página e entrevistas dadas à assessoria de imprensa da instituição e de outras emissoras de televisão, abriram os caminhos para a popularização e atuação de herbários. Entende-se que há necessidade de propor estratégias para aproximar públicos diferenciados, e isso é tarefa para curadores, diretores e outros profissionais que trabalhem com colecionamentos. Nesse aspecto, a disponibilização online amplia a capacidade brasileira em conservar e utilizar a biodiversidade.

REFERÊNCIAS

CAVALHEIRO, L. *et al.* O Herbário “Centro-Norte-Mato-Grossense” (CNMT): Documentação Botânica Para o Ensino, Extensão e Pesquisa. **Scientific Electronic Archives**, [s. l.], v. 4, p. 25-30, set./dez. 2013.

FEIFFER, Allyson *et al.* Aprendizagem de botânica a partir do levantamento de plantas herbáceas do Parque Estadual do Espinilho. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, [s. l.], v. 10, n. 1, 2018.

HERBÁRIO VIRTUAL, Herbário. **Espécies**. [20--]. Disponível em: <https://sites.google.com/site/virtualherbario/>. Acesso em: 9 jan. 2023.

LESSE, Emily *et al.* Incidência de erva-de-passarinho em espécies arbóreas da praça tunuca silveira, São Gabriel - RS. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, [s. l.], v. 10, n. 2, 2018.

MACIEL, L. M. **Herbário virtual de fitopatologia**: uma ferramenta importante para os discentes de Agronomia da Unilab. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Instituto de Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira, Redenção, Ceará, 2017.

PEIXOTO, Ariane Luna; MORIM, Marli Pires. Coleções botânicas: documentação da biodiversidade brasileira. **Ciência e cultura**, [s. l.], v. 55, n. 3, p. 21-24, 2003.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini. **Ensino de ciências**: pesquisas e reflexões. Ribeirão Preto: Holos, 2006.

DESENVOLVIMENTO DE UM PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA

Maísa de Calda Lopes¹

Vinicius Alves Pereira da Luz²

Klinsmann Bezerra Rabelo³

Vitória Tiffany Teixeira Braga⁴

Maria Janielly do Nascimento Costa⁵

Paulo Roberto Lacerda Tavares⁶

1 INTRODUÇÃO

As inundações são causadas pelo aumento de áreas impermeáveis como telhados, ruas e calçadas, provocando um escoamento superficial maior e que podem ser agravadas por problemas no planejamento dos sistemas de drenagem e por ocupações dos leitos dos corpos d'água urbanos (ARAUJO; TUCCI; GOLDENFUM, 2000).

Historicamente, o problema das enchentes urbanas foi tratado como

¹ Bolsista Pibiti/Funcap no Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica da UFCA. Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Federal do Cariri (UFCA). maisa.lopes@aluno.ufca.edu.br

² Egresso em Engenharia Civil pela UFCA. Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Federal do Cariri (UFCA). vinicius_apereira@hotmail.com

³ Egresso em Engenharia Civil pela UFCA. Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Federal do Cariri (UFCA). klinsmannrabelol@gmail.com

⁴ Bolsista PIBIC/ Funcap no Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica da UFCA. Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Federal do Cariri (UFCA). vitoria.tiffany@aluno.ufca.edu.br

⁵ Bolsista PIBIC/ Funcap no Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica da UFCA. Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Federal do Cariri (UFCA). maria.janielly@aluno.ufca.edu.br

⁶ Orientador. Centro de Ciências e Tecnologia. Universidade Federal do Cariri (UFCA). paulo.tavares@ufca.edu.br

consequência direta do excesso de chuva, sem se considerar o funcionamento da bacia hidrográfica. Com tal abordagem, os projetos convencionais de controle de enchentes buscam o aumento da capacidade dos rios e canais para drenar rapidamente as águas pluviais (MIGUEZ *et al.*, 2016). Os sistemas de drenagem, nesse aspecto, procuram favorecer o escoamento das águas e precisam estar adaptados aos picos de vazões acentuados e antecipados, originados do processo de urbanização desordenado. Para isso, no auxílio do dimensionamento dos sistemas de drenagem tem-se o uso de programas computacionais.

Como como descreve Passamani (2016), com a modelagem computacional é possível simular diferentes eventos hidrológicos; avaliar de forma rápida as respostas de uma bacia hidrográfica aos eventos simulados; e verificar o desempenho de medidas de controle de inundações, antes mesmo da sua implantação. Vale salientar que, o estudo hidrológico que antecede quaisquer projetos de drenagem urbana necessita de informações sobre a bacia hidrográfica como área, comprimento do rio principal, altitude máxima e mínima, dentro outras.

Neste sentido, ficam justificadas pesquisas que ampliem a capacidade de geração de soluções da infraestrutura de drenagem urbana, por meio da comparação de técnicas em ambiente computacional, o que resulta na redução de custos e de tempo para a elaboração de projetos e execução das obras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características morfométricas

Como defende Villela e Mattos (1975), as características físicas de uma bacia consistem elementos de grande importância para a avaliação de seu comportamento hidrológico, pois, ao se estabelecerem relações e comparações entre eles e dados hidrológicos conhecidos, podem-se determinar indiretamente os valores hidrológicos em locais nos quais falem dados.

A área da bacia hidrográfica, por exemplo, tem influência sobre a quantidade de água produzida como deflúvio. A forma e o relevo, no entanto, atuam sobre a taxa ou sobre o regime dessa produção de água, assim como sobre a taxa de

sedimentação (SANTOS *et al.*, 2012).

2.2 Hidroinformática

A Hidroinformática é um campo tecnológico relativamente recente, datado em meados da década de 80 e recebeu esse nome por Abbott (1991) em um evento da Associação Internacional de Pesquisa Hidráulica (IAHR). Utiliza modelos de simulação e tecnologias da informação com o intuito de resolver problemas, como exemplo, de hidráulica, hidrologia e engenharia ambiental, buscando-se a melhor solução, para dar suporte a tomada de decisões na gestão de recursos hídricos (MANRIQUE-LOSADA; ECHEVERRI-ARIAS; PELÁEZ-RODRIGUEZ, 2011).

Como aplicações relacionadas à esta área de conhecimento, pode-se citar modelagem hidrodinâmica e controle de fluxo das bacias hidrográficas, sistemas de suporte a decisão pela ocorrência de inundações, otimização de controle de reservatórios para bacias hidrográficas e uso de tecnologias de informação geográfica (SIG) (ABBOTT; VOJINOVIC, 2009).

3 METODOLOGIA

3.1 Obtenção dos dados de entrada

Inicialmente, pensou-se em um programa desenvolvido na linguagem de programação Python para assim ser possível utilizado como complementos no *software* de georreferenciamento QGIS.

Sendo assim, para a obtenção dos resultados, faz necessário ter como banco de dados um georreferenciamento em que seu sistema de coordenadas esteja em Universal Transversa de Mercator (UTM). Partindo desse pressuposto, para uma melhor visualização do andamento do programa, foram utilizados dados referentes a Sub-bacia Hidrográfica do Parque Timbaúbas no município de Juazeiro do Norte – CE obtidos pelo *haster* SRTM do site USGS Earth Explore e utilizado o *software* QGIS para realização do georreferenciamento e para obtenção das coordenadas UTM.

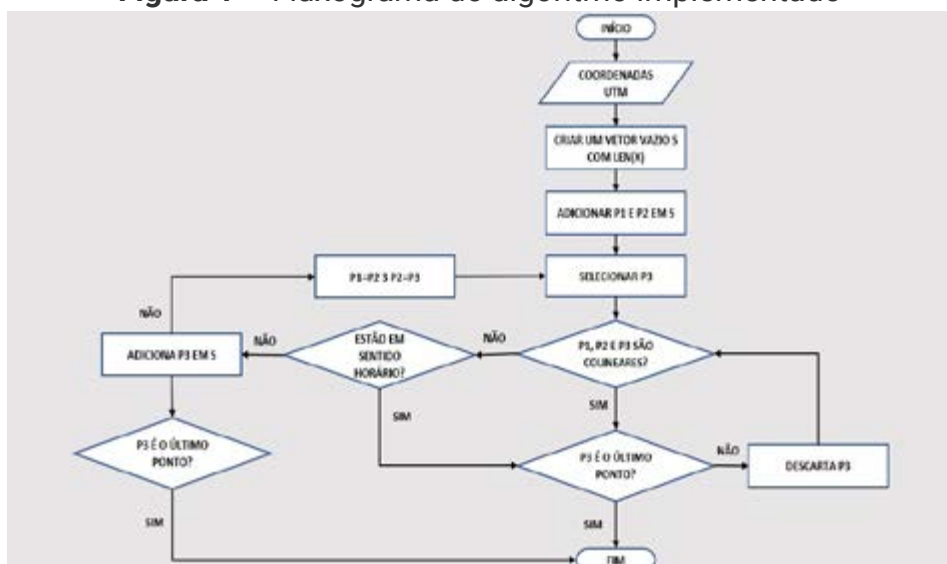
Ademais, com o procedimento citado anteriormente, foi possível obter as curvas de nível, tornando possível determinar a altura máxima e mínima da bacia hidrográfica.

3.2 Determinação do limite da área

Por conta dos erros associados a qualidade dos dados de entrada, para determinar a área da bacia, foram analisadas duas situações: quando os dados do georreferenciamento não descrevem o limite da bacia e quando os dados descrevem. Nessa, não é necessário a seleção dos pontos, enquanto naquela, a priori, devem ser verificados os pontos que determinam o seu perímetro.

Fundamentando-se na geometria computacional, especificamente nos envoltórios convexos e no trabalho realizado por Kettner *et al.* (2008), foi implementado, na linguagem de programação Python, o algoritmo denominado como Varredura de Graham o qual seleciona e ordena, da esquerda para a direita, os pontos não colineares que definem o casco convexo. Inicialmente, é criado um vetor vazio denominado como S, no qual serão adicionados os dois primeiros pontos, P1 e P2, da entrada de dados. Os demais pontos, um a um, serão analisados e adicionados ou descartados com base nos critérios, como demonstra o fluxograma representado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do algoritmo implementado



Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Até o presente momento, têm-se como resultados rotinas que permitem estabelecer o contorno de bacias, determinar área, perímetro e parâmetros complementares para o cálculo de coeficientes morfométricos (Tabela 1) indicativos das características de inundação da bacia.

Tabela 1 – Características Morfométricas referentes as saídas do programa

Elementos	Área (m ²)	Perímetro (m)	Comprimento do Rio Principal (m)	Comprimento todos os Rios
Sub-Bacia 1	13483313,00	22154,111	7370,574	10260,442
Sub-bacia 2	33041977,59	35433,357	12057,543	26882,879
Sub-Bacia do Parque	37323017,53	45372,42	13580,098	29469,323

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

Ao verificar os dados referentes ao QGIS e ao programa, podem-se obter dados com erros absoluto menor que 0,08%.

Seguidamente, o programa determina o Coeficiente de Compacidade, o Índice de circularidade, a densidade da drenagem e o fator forma. A Tabela 2 expõe os resultados referentes a esses respectivos coeficientes morfométricos.

Tabela 2 – Coeficientes Morfométricos referentes as saídas do programa

Elementos	Coeficiente de Compacidade	Índice de Circularidade	Densidade da Drenagem	Fator Forma
Sub-Bacia 1	1,689	0,345	7,609*10 ⁻⁴	0,248
Sub-bacia 2	1,726	0,331	8,136*10 ⁻⁴	0,227
Sub-Bacia do Parque	2,079	0,228	7,896*10 ⁻⁴	0,202

Fonte: Elaborada pelo autor (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o estágio atual da pesquisa e do desenvolvimento da ferramenta corresponde a uma etapa básica e essencial para a posterior implementação dos procedimentos de análise das estruturas de drenagem urbana a serem simuladas nas bacias hidrográficas.

AGRADECIMENTOS

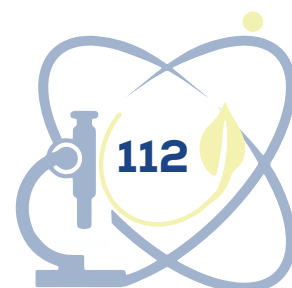
A equipe de pesquisa agradece à Universidade Federal do Cariri e à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo apoio financeiro na forma de bolsa, importante para a execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, M. B. **Hydroinformatics**: information technology and the aquatic environment. Reino Unido: Avebury Technical, Aldershot, 1991. 145 p.
- ABBOTT, M. B.; VOJINOVIC, Z. Applications of numerical modelling in hydroinformatic. **Journal of Hydroinformatics**, Londres, v. 11, n. 3-4, p. 308-319, jul. 2009. DOI: <https://doi.org/10.2166/hydro.2009.051>. Disponível em: <https://iwaponline.com/jh/article/11/3-4/308/46/Applications-of-numerical-modelling-in>. Acesso em: 9 jan. 2023.
- ARAUJO, P. R.; TUCCI, C. E. M.; GOLDENFUM, J. A. A. Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 21-29, jul./set. 2000. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/232484>. Acesso em: 9 jan. 2023.
- KETTNER, L.; MEHLHORN, K.; SYLVAIN, P.; SCHIRRA, S.; YAP, C. Classroom examples of robustness problems in geometric computations. **Computational Geometry**, [s. l.], v. 40, p. 61-78, 2008. DOI: www.doi.org/10.1016/j.comgeo.2007.06.003. Disponível em: <https://lhfimpa.br/cursos/gc/sdarticle.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2023.
- MANRIQUE-LOSADA, B.; ECHEVERRI-ARIAS, J. A.; PELÁEZ-RODRIGUEZ, M. Aportes desde la hidroinformática a la gestión de ecosistemas acuáticos amazónicos. **Revista Ingeniería e Investigación**, Bogotá, v. 31, n. 1, p. 108-116, abr. 2011. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/643/64321170013.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2023.
- MIGUEZ, M.; VERÓL, A. P.; REZENDE, O. M. **Drenagem urbana**: do projeto tradicional à sustentabilidade. Barueri-SP: GEN LTC, 2016. 384 p.
- PASSAMANI, F. C. **Análise da macrodrenagem de uma bacia urbana costeira com auxílio de modelagem hidrológica e hidráulica**. 2016. 149 f. Dissertação (Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/handle/10/9519>. Acesso em: 9 jan. 2023.
- SANTOS, A. M.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. Análise morfométrica

das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 195-211, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.945>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/tYpMVzyHC7Gw49N4FvHF7qb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 9 jan. 2023.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975, 245 p.



ESTUDO DO PROCESSO EROSIVO DO SOLO DO PARQUE NATURAL MUNICIPAL DAS TIMBAÚBAS POR MEIO DE ENSAIOS DE LABORATÓRIO

Vinicius Alves Pereira da Luz¹

Maísa de Calda José Alex Rodrigues Lopes²

Paulo Roberto Lacerda Tavares³

Ana Patrícia Nunes Bandeira⁴

1 INTRODUÇÃO

O processo erosivo trata-se de uma ação natural responsável pela modelação do solo. Assim como os demais processos da natureza, quando a erosão ocorre espontaneamente não agrega problemas ao ambiente, no entanto, a presença da ação humana traz consigo uma imensa diversidade de inconvenientes que prejudicam o meio ambiente.

Segundo Carvalho (2006), este processo depende de fatores externos, como o potencial de erosividade da chuva, as condições de infiltração e escoamento superficial e a declividade e comprimento do talude e, ainda, de fatores internos, como gradiente crítico, desagregabilidade e erodibilidade do solo. Todos esses fatores influentes na erosão são acentuados e se tornam mais complexos de compreensão com a ação humana, como uso e ocupação irregular do solo, ausência/ineficiência de obras de drenagem urbana e muitos outros.

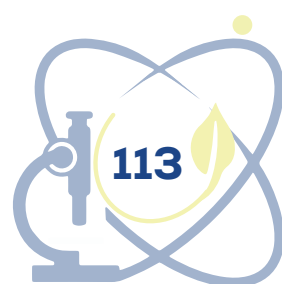
Juazeiro do Norte-CE, por ser um centro comercial e industrial relevante, tem apresentado um crescimento urbano acelerado, fator determinante de consumo dos recursos naturais. A cidade é privilegiada por abrigar um rico

¹ Centro de Ciências e Tecnologia Universidade Federal do Cariri vinicius_apereira@hotmail.com

² Centro de Ciências e Tecnologia Universidade Federal do Cariri maisa.lopes@aluno.ufca.edu.br

³ Centro de Ciências e Tecnologia Universidade Federal do Cariri paulo.tavares@ufca.edu.br

⁴ Centro de Ciências e Tecnologia Universidade Federal do Cariri ana.bandeira@ufca.edu.br



potencial hídrico subterrâneo, protegido em sua grande extensão pelo Parque Ecológico das Timbaúbas, refletindo uma das iniciativas para a prática da gestão ambiental (ARRAIS *et al.*, 2014).

O Parque das Timbaúbas poderia muito bem cumprir essa função internamente, no entanto, a área tem apresentado diversos focos erosivos avançados, sendo necessária adotar ações de recuperação da área. Mediante ao que se faz discutido, é de interesse público cada vez mais serem criados meios de expandir conhecimentos na área de geotecnia e hidrologia, visando entender cada vez mais processos indicativos da erodibilidade do solo, conhecendo suas características e comportamento perante fatores erosivos.

2 REFERENCIAL TERÓRICO

2.1 Métodos avaliativos da erodibilidade dos solos

A erodibilidade pode ser avaliada de forma direta, por meio de ensaios específicos ou ainda por meio de ensaios indiretos, tais como os realizados durante a caracterização física, [...] e mineralógica, ensaios esses comumente utilizados nos estudos geotécnicos (CARVALHO, 2006, p. 126).

2.1.1 Métodos de avaliação direta

A avaliação direta da erodibilidade se dá principalmente pelo ensaio de Inderbitzen, onde utilizando um corpo de prova de solo indeformado, submete-se a um escoamento laminar superficial, de modo a observar a degradação do solo e estimar a taxa de erodibilidade do solo.

2.1.2 Métodos de avaliação indireta

A avaliação indireta da erodibilidade serve para complementação das informações das avaliações diretas ou para uma etapa de estudos preliminares na determinação inicial de um comportamento erodível do solo. Para Bastos (1999) esta avaliação, com base em outras características físicas e propriedades

dos solos através de ensaios, permite a identificação de solos potencialmente erodíveis, isto é, solos que, em condições normais, são suscetíveis a processos de erosão hídrica acelerada.

3 METODOLOGIA

3.1 Área e objeto de estudo

O local de retirada da amostragem (Figura 1) foi escolhido devido ao terreno com inclinação acentuada, presença de focos erosivos no sentido da inclinação, presença de estruturas de drenagem danificadas e desnível em relação à avenida lateral. Sua localização está nas coordenadas -7.2353017 (Latitude) -39.307895 (Longitude), e sua obtenção seguiu os procedimentos da Norma Brasileira (NBR) 9604 (ABNT, 2016).

Figura 1 – Obtenção de uma amostra de solo em 2 de novembro de 2021



3.2 Ensaios de laboratório

Após a obtenção da amostra, deu-se início aos ensaios de laboratório, de modo a mensurar com base em parâmetros da literatura, valores que possam indicar a taxa de erodibilidade do solo, a sua capacidade natural em resistir a processos erosivos.

Foram realizados os seguintes ensaios: Ensaio de caracterização geotécnica, ensaio sedimentométrico comparativo, crumb test e ensaio de desagregação, cisalhamento direto e ensaio de Inderbitzen.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ensaio de caracterização geotécnica

Conforme o Sistema Unificado de Classificação dos Solos (USCS), a amostra de solo em estudo é classificada como uma Areia Argilosa (SC), que para Llopis Trillo (1999 *apud* COUTO, 2015) possui uma característica de solo mais erodível.

A porcentagem de material passante na #200 é superior a 12%, o índice de plasticidade de 7,3% e o limite de liquidez de 16%. Para Meireles (1967, *apud* Bastos, 1999), este solo tem característica erosiva ($LL < 21\%$ e $IP < 8\%$).

4.2 Ensaio sedimentométrico comparativo

A porcentagem de dispersão indicou um valor nulo, que conforme Bastos (1999), indica um solo dispersivo. A razão de dispersão resultou em um valor de 35,29%, indicando um solo potencialmente erodível ($RD > 15\%$) conforme o critério de Middleton (1930, *apud* LAFAYETTE, 2006).

4.3 Crumb test e ensaio de desagregação

O ensaio Crumb test indicou uma completa desagregação após decorrido todo o tempo de ensaio, sendo caracterizado como Grau 4: Comportamento fortemente dispersivo, conforme a NBR 13601 (ABNT, 1996). No ensaio de desagregação também indicou um comportamento dispersivo, conforme Holmoren e Flanagan (1977 *apud* MASCARENHA, 2015). Ambos os ensaios indicam que o solo não possui estabilidade quando está na presença de água, indicando suscetibilidade à desagregação.

4.4 Cisalhamento direto

A Tabela 1 abaixo contém os resultados obtidos pelo ensaio da amostra, em comparação a resultados obtidos por outros autores que estudaram amostras retiradas da mesma área em estudo.

Tabela 1 – Dados de ensaio de cisalhamento direto de diferentes autores

Amostra	Tipo de solo	Ângulo de coesão c'	Autores atrito (ϕ)	Condição da (KPA)
O autor	SC	Natural	32,1	2,8
	SC	Saturada	14,2	0
Sobrinha (2019)	SM	Natural	30,8	50,6
Clarindo (2018)	SM	Saturada (amostra 1)	24,5	5,4
	SM	Saturada (amostra 2)	25,2	0
	SM	Saturada (amostra 3)	25,4	0

Fonte: Obtido pelo autor, SOBRINHA (2019) e CLARINDO (2018).

Nota-se proximidade entre alguns valores encontrados na variação de coesão e no ângulo de atrito na condição natural. O intervalo no ângulo de atrito na condição saturada indica a necessidade de mais estudos na área da pesquisa.

Para a amostra em estudo, a variação da coesão (Δc) foi de 100%, e para Bastos (1999) trata-se de um solo potencialmente erosivo ($\Delta c > 85\%$).

4.4 Ensaio de inderbitzen

O Ensaio de Inderbitzen resultou e uma taxa de erodibilidade $K=0.4 \text{ g/cm}^2/\text{min}/\text{Pa}$. Como a taxa de erodibilidade K é maior do que $0,1 \text{ g/cm}^2/\text{min}/\text{Pa}$, este solo pode ser caracterizado como de alta erodibilidade, de acordo com Bastos (1999).

Sobrinha (2019) e Clarindo (2018) obtiveram em seus trabalhos na mesma área valores de K superiores a $0,1$ que também indicam a tendência do solo a alta erodibilidade.

5 CONCLUSÕES

Os ensaios realizados nesta amostra de solo indicaram elevado potencial a sofrer erosão. Comparando os resultados obtidos a outros trabalhos da mesma área em estudo, notou-se semelhança no alto potencial de erodibilidade da área.

Os resultados obtidos neste estudo indicam a importância de tomadas de

decisões para mitigar os efeitos erosivos já visíveis na área, de modo a tratar e preservar a área de conservação ambiental. É notória a necessidade de medidas de proteção superficial com cobertura vegetal, disciplinamento de águas pluviais e esgoto e educação ambiental. É válido destacar que esse trabalho é um recorte, sendo necessário estudos mais amplos em outros pontos do Parque.

AGRADECIMENTOS

A equipe de pesquisa agradece à Universidade Federal do Cariri e à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo apoio financeiro na forma de bolsa, importante para a execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ARRAIS, A. M. A. C.; COSTA, C. T. F.; LOPES, E. R. N.; SILVA, M. R. Preservação das áreas verdes urbanas: um estudo sobre o Parque Ecológico das Timbaúbas. **Revista NAU Social**, v. 5, n. 8, p. 9-19, maio/out. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nausocial/article/view/31280/18634#:~:text=O%20est%20udo%20sobre%20a%20preserva%C3%A7%C3%A3o,moradores%20de%20Juazeiro%20d%20o%20Norte>. Acesso em: 9 jan. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9604**: Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13601**: Solo – Avaliação da dispersibilidade de solos argilosos pelo ensaio de torrão (crumb test). Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

BASTOS, C. A. B. **Estudo geotécnico sobre a erodibilidade de solos residuais não saturados**. 1999. 251 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/2978>. Acesso em: 9 jan. 2023.

CARVALHO, J. C. **Processos erosivos no Centro-Oeste brasileiro**. Brasília: Editora FINATEC, 2006. 464 p.

CLARINDO, G. S. **Avaliação da erodibilidade do solo do Parque Natural Municipal das Timbaúbas**. 2018. 93 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Cariri (UFCA), Juazeiro do Norte, 2018.

COUTO, B. O. C. **Análise de erodibilidade em taludes com horizontes resistentes e suscetíveis aos processos erosivos**. 2015. 124 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Minas, Núcleo de Geotecnia (NUGEO), Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto, 2015. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6448>. Acesso em: 9 jan. 2023.

HOLMOREN, G. G. S.; FLANAGAN, C. P. Factors affecting spontaneous dispersion of soil materials as evidenced by the crumb test. In: SHERARD, J. L.; DECKER, R. S. **Dispersive clays, related piping and erosion in geotechnical projects**. Baltimore: ASTM, 1977. p. 218-239.

LAFAYETTE, K. P. V. **Estudo geológico-geotécnico do processo erosivo em encostas no Parque Metropolitano Armando de Holanda Cavalcanti Cabo de Santo Agostinho/PE**. 2006. 358 f. Tese (Doutorado) – CTG, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, 2006. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/5359?locale=pt_BR. Acesso em: 9 jan. 2023.

LLOPIS TRILLO, G. **Control de la erosión y obras de desagüe**: manual de estabilización y revegetación de taludes. Madri: Entorno Grafico S. L., 1999.

MASCARENHA, M. M. A.; MAHLER, C. F.; LAFAYETTE, K. P. V.; NACINOVIC, M. G. G.; BANDEIRA, A. P. N.; ALMEIDA, J. G. R. Erosão. In: CARVALHO, J. C.; GITIRANA JUNIOR, G. F. N.; MACHADO, S. L.; MASCARENHA, M. M. A.; SILVA FILHO, F. C. S. **Solos não saturados no contexto geotécnico**. São Paulo: Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, 2015. p. 581-612.

MEIRELES, J. M. F. Erosão de taludes de estradas. In: JORNADAS LUSO-BRASILEIRAS DE ENGANHARIA CIVIL, 2., Rio de Janeiro/RJ – São Paulo/SP. **Anais [...]**. Rio de Janeiro/RJ–São Paulo/SP, 1967. p. 204-211.

MIDDLETON, S. E. Properties of Soils Which Influence Soil Erosion. **Soil Science Society of America Journal**, United States, v. b11, n. 2001, p. 119-121, jan. 1930. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj1930.036159950B1120010021x>. Disponível em: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2136/sssaj1930.036159950B1120010021x>. Acesso em: 9 jan. 2023.

SOBRINHA, M. A. S. M. **Avaliação da erodibilidade de um solo da região do Cariri**. 2019. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Cariri (UFCA), Juazeiro do Norte, 2019.

POTENCIAL GERMINATIVO DE SEMENTES DE MILHO DE PIPOCA ARMAZENADAS EM GERMOPLASMA

Isadora Êdua da Silva Lima¹

José Alex Rodrigues²

Marina Matias Ursulino³

1 INTRODUÇÃO

O milho pipoca [*Zea mays* L. var. *everta* (Sturtev) L. H. Bailey] é considerado uma cultura agrícola bastante apreciada no mundo e no Brasil, sendo de elevada rentabilidade entre os denominados “milhos especiais”. Todavia, seu cultivo ainda se restringe a pequenas áreas, mas com boas perspectivas de expansão, apesar do seu apreço e sua popularidade no Brasil, seu processo de industrialização e produção ainda é pouco estudado e sua área de plantio comercial ainda é insuficiente para atender o mercado nacional (MOTERLE *et al.*, 2011; PENA *et al.*, 2012; RIBEIRO *et al.*, 2012; VITTORAZZI *et al.*, 2013).

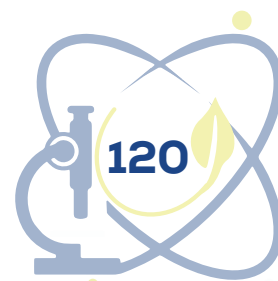
O plantio de milho pipoca no Brasil, iniciou na década de 90, sendo considerado modesto e dependia quase que exclusivamente das importações e grande parte deste milho encontrado no mercado ainda é importado. Começaram a ocorrer, a partir do ano 2000, mudanças no mercado da cultura, assim, segundo as empresas empacotadoras, houve redução na importação de grãos. Os municípios de Nova Prata-RS e Campo Novo do Parecis-MT se destacam como as principais regiões produtoras de milho pipoca, concentrando a produção principal no estado de Mato Grosso (CARVALHO; SOUZA; RIBEIRO, 2013).

O sucesso na produção do milho de pipoca depende de diversos fatores, a exemplo das características sanitárias, físicas e genéticas dos acessos de

¹ Universidade Federal do Cariri (UFCA). isadora.edua@aluno.ufca.edu.br

² Universidade Federal do Cariri (UFCA). jose.alex@aluno.ufca.edu.br

³ Universidade Federal do Cariri (UFCA). marina.matias@ufca.edu.br



sementes. Mas sem dúvida, o mais importante deles é a utilização de material propagativo com elevada qualidade fisiológica, com elevada porcentagem de germinação e que gerem plantas com alto vigor, trazendo com isto a possibilidade de um desempenho superior no campo (SCHUCH *et al.*, 2009). Assim, os testes de germinação para avaliar esta qualidade das sementes são fundamentais no processo de diferenciação de lotes que apresentem uma capacidade de produzir plântulas normais sob as condições de campo (CARDOSO *et al.*, 2009).

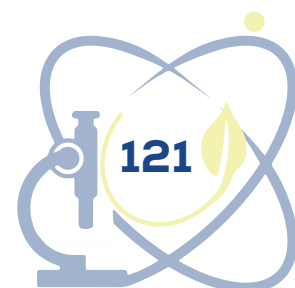
Os lotes de sementes com a germinação elevada podem ser caracterizados como vigorosos, possibilitando a diferenciação de acessos com relação a este parâmetro de qualidade, neste sentido, justifica-se a importância da avaliação e seleção de cultivares mais vigorosas que possam ser utilizadas em técnicas de melhoramento vegetal, buscando-se incrementar a produtividade e a qualidade das sementes de milho de pipoca (SILVA, 2020).

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar e selecionar acessos de milho pipoca que apresentem sementes com elevada capacidade germinativa.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de Biologia da Universidade Federal do Cariri (UFCA), *campus* Crato, com duração de 14 dias. As sementes utilizadas foram armazenadas no ano de 2017 em câmara fria com temperatura controlada entre 10 e 13°C e acondicionadas em sacos de papel tipo kraft, onde cada variedade de milho de pipoca foi identificado com códigos de acesso, nome científico e dados da sua origem.

Para a condução do teste de germinação, foram selecionados 8 acessos de milho de pipoca do Banco de Germoplasma do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade da UFCA. A avaliação da capacidade germinativa foi conduzida em germinador do tipo Biochemical Oxygen Demand (BOD), regulado na temperatura constante de 25°C. Para cada tratamento foram utilizadas 100 sementes tratadas previamente com fungicida Cercobin® 700 wg, logo em seguida as amostras foram divididas em duas repetições de 50 sementes e distribuídas sobre duas folhas de papel tipo Germitest® umedecido com água



destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco e, posteriormente foram cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolo. Para evitar as perdas de água por evaporação, os rolos foram colocados em sacos plásticos, sendo as contagens realizadas diariamente do terceiro dia até o vigésimo oitavo dia da instalação do teste (onde a contagem do número de plântulas emersas encontrava-se estabilizadas), cujo o critério utilizado foi de plântulas normais e os resultados obtidos foram expressos em porcentagem.

A primeira contagem foi realizada conjuntamente com o teste de germinação, consistiu do registro das porcentagens de plântulas normais verificadas na primeira contagem do teste de germinação, efetuada no quarto dia após a semeadura, seguindo as indicações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

O índice de velocidade de germinação foi determinado mediante contagens diárias do número de sementes germinadas, no mesmo horário, dos 3 aos 14 dias após a semeadura, cujo índice foi calculado de acordo com a fórmula proposta por MAGUIRE (1962). Em que, IVG é o índice velocidade de germinação; G_1, G_2, \dots, G_n são o número de sementes germinadas na primeira, segunda até a enésima observação e N_1, N_2, \dots, N_n são o número de dias decorridos da primeira semeadura até a última observação.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso em duas repetições. Os dados, não transformados, foram submetidos à análise de variância e para a comparação das médias, adotou-se o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software estatístico SISVAR, versão 4.0 (FERREIRA, 2015).

3 RESULTADO E DISCURSSÃO

A primeira contagem de germinação é um dos testes fisiológicos para avaliação da qualidade das sementes com relação ao vigor, sendo consideradas as sementes de melhor potencial aquelas que conseguem germinar primeiro e com maior uniformidade (FEITOSA *et al.*, 2018). Na tabela 1 podemos observar que os acessos não divergiram estatisticamente com relação a primeira contagem, sendo necessário a observação de outros parâmetros para discriminar os lotes de sementes com relação a qualidade fisiológica.

Ao avaliar a porcentagem de germinação, nota-se que as variedades BL1 MP L53 e BL1 MP L59, apresentaram desempenho superior as demais cultivares, destacando-se como sementes vigorosas.

Considerando a temperatura de 25°C, a maioria das variedades obtiveram resultados positivos quanto ao Índice de Velocidade de Germinação (IVG), os resultados obtidos concordam com Farooq *et al.* (2008), os quais relatam que a temperatura ótima para germinação de sementes de milho encontra-se entre 25 e 28°C. Já as variedades BL3 MP L42 e BL2 MP L16 apresentaram baixo IVG, indicando assim uma menor taxa de vigor.

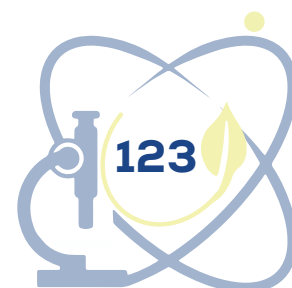
Tabela 1 - Primeira contagem de germinação (PCG), porcentagem de germinação (G%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Zea mays* L. como parâmetro de avaliação da qualidade fisiológica

Acessos	PCG	G%	IVG
BL1 MPL62	36a	53b	2,620a
BL3 MPL53	40a	47b	2,615a
BL3 MP L46	52a	45b	2,85a
BL1 MP L53	24a	73a	3,230a
BL3 MP L42	24a	11d	0,930b
BL2 MP L58	14a	51b	2,205a
BL2 MP L16	28a	26c	1,565b
BL1 MP L59	26a	64a	2,905a

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para uma conclusão sucinta, observamos que as sementes do milho de pipoca *Zea mays* L. dos acessos BL1 MP L53 e BL1 MP L59, demonstraram um maior potencial de germinação, destacando-os como os mais vigorosos, sendo desta forma acessos promissores para utilização em programas de melhoramento.

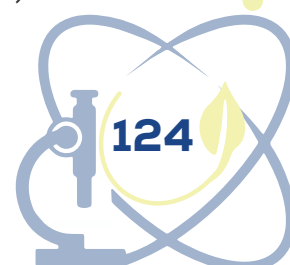


AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Cariri (UFCA), pelo apoio financeiro durante esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf. Acesso em: 9 jan. 2023.
- CARDOSO, D. L.; SILVA, R. F. D.; PEREIRA, M. G.; VIANA, A. P.; ARAÚJO, E. F. Diversidade genética e parâmetros genéticos relacionados à qualidade fisiológica de sementes em germoplasma de mamoeiro. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 5, p. 572-579, set./out. 2009.
- CARVALHO, A. D. F. D.; SOUZA, J. C. D.; RIBEIRO, P. H. E. Desempenho de híbridos de linhagens parcialmente endogâmicas de milho em regiões dos Estados de Roraima e Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 2, n. 5, p. 985-990, out. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542003000500003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/5GDmJn3QdqtN7rR3TZhZqrs/?lang=pt>. Acesso em: 9 jan. 2023.
- FAROOQ, M.; AZIZ, T.; BASRA, S. M. A.; CHEEMA, M. A.; REHMAN, H. Chilling Tolerance in Hybrid Maize Induced by Seed Priming with Salicylic Acid. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Pakistan, v. 194, n. 2, p. 161-168, mar. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2008.00300.x>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-037X.2008.00300.x>. Acesso em: 9 jan. 2023.
- FEITOSA, B. E. S.; CORRÊA, M. L. P.; FÉLIX, J. P. S.; SILVA, P. B. Sanidade e germinação de sementes de variedades crioulas de milho armazenadas por agricultores familiares no município de Belterra-Pará. **Cadernos de Agroecologia**, [s. l.], v. 13, n. 1, p.1-5, 2018.
- FERREIRA, D. S. **SISVAR versão 4.3 (Build 45)**. Lavras: DEX/UFLA. [2015].
- FREIRE, L. A. S. **Avaliação tecnológica de milho de pipoca comercial**. 2019. 38 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos) - Instituto Federal Goiano, Morrinhos, GO, 2019.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p.176-177, 1962.
- MOTERLE, L. M. **Análise dialéctica da qualidade fisiológica e produtividade das sementes de milho pipoca e milho**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) –



Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná, 2011.

PENA, G. F.; AMARAL JÚNIOR, A. T. do; GONÇALVES, L. S. A.; CANDIDO, L. S.; VITTORAZZI, C.; RIBEIRO, R. M.; FREITAS JÚNIOR, S. P. Stability and adaptability of 34 popcorn genotypes in the State of Rio de Janeiro, Brazil. **Genetics and Molecular Research**, [s. l.], v. 11, p. 3042-3050, 2012.

RIBEIRO, R. M.; AMARAL JUNIOR, A. T.; GONÇALVES, L. S. A.; CANDIDO, L. S.; SILVA, T. R. C.; PENA, G. F. Genetic progress in the UNB-2U population of popcorn under recurrent selection in Rio de Janeiro. **Genetics and Molecular Research**, [s. l.], v. 11, p. 1417-1423, 2012.

SCHUCH, L. O. B; KOLSHINSKI, E. M.; FINATTO, J. A. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 31, n. 1, p.144-149, 2009.

SILVA, B. M. C.; OLIVEIRA, D. E. C.; FARIAS, B. L.; COSTA, V. S.; FERREIRA, V. B.; NUNES, M. R. G.; RESENDE, O. Influência da secagem na qualidade fisiológica e coloração das sementes de feijão-guandu. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 9, n. 7, e 975974789, 2020.

SILVA, T. R. C.; AMARAL JUNIOR, A. T.; GONÇALVES, L. S. A.; CANDIDO, L. S.; VITTORAZZI, C.; SCAPIM, C. A. Agronomic performance of popcorn genotypes in Northern and Northwestern, Rio de Janeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, [s. l.], v. 35, p. 57-63, 2013.

EFEITO DA DENSIDADE DE CRIAÇÃO NO DESEMPENHO E COMPORTAMENTO DE FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO LENTO

Adilson Leonel dos Santos

Vinicius Moreira de Souza

Fernanda Larissa Silva Ferreira

Irani Ribeiro Vieira Lopes

Carlos Wagner Oliveira

1 INTRODUÇÃO

As aves caipiras são rústicas e se adaptam facilmente as adversas condições de clima e manejo. A atividade é vista como bastante lucrativa, podendo aumentar a renda do produtor, dando-lhe sustentabilidade, e possibilitando sua permanência na propriedade (RABELO *et al.*, 2017).

Muitos produtores têm optado por criações de frangos em alta densidade com intuito de aumentar a produtividade e a lucratividade. Para que esta finalidade seja alcançada, é alojado um maior número de aves por m², proporcionando uma maior produção de carne por área, porém esta prática acarreta em menor crescimento individual das aves (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

O estudo do comportamento animal assume papel relevante dentro da produção avícola, visto que impulsiona a adequação dos antigos métodos de criação às novas técnicas de manejo, alimentação e instalações (CORDEIRO *et al.*, 2011). De acordo com Barbosa Filho *et al.* (2007) a avaliação do comportamento animal é uma importante ferramenta para a avaliação do sistema de criação.

Visto que a quantidade de aves por m² pode afetar o comportamento e o desempenho animal, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito de diferentes densidades de criação de frangos de corte de crescimento lento sobre essas variáveis.

2 METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB) da UFCA, no período de 16 de novembro de 2021 a 31 de janeiro de 2022.

Na fase inicial (1 a 28 dias de idade) os pintos ficaram restritos a área coberta (2 m²) dos piquetes. Aos 28 dias de idade, os frangos foram pesados para formar unidades experimentais homogêneas, sendo distribuídos em blocos ao acaso (A, B, C e D) em que no bloco A ficaram as aves mais leves, cujo peso médio foi de 690 g, e no bloco D as mais pesadas, cujo peso médio foi de 930 g. Os frangos dos blocos B e C tiveram média de peso intermediário aos do A e D. A partir desse momento (28 dias) até o final do experimento, os frangos tiveram livre acesso a área ao ar livre dos piquetes.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro tratamentos (2,5; 5,0; 7,5; e 10,0 aves/m²) e quatro repetições.

Os dados de temperatura ambiental no período da manhã (8 às 11 horas) e da tarde (11 às 15 horas) foram obtidos da estação meteorológica instalada no CCAB situada a aproximadamente 50 m de distância dos piquetes avaliados.

O monitoramento do comportamento das aves foi registrado a partir da gravação de vídeos em máquinas fotográficas, por duas semanas consecutivas, nos períodos de: 8:00 às 8:30h e 13:00 às 13:30h. Para isso, cinco aves de cada piquete foram identificadas com diferentes cores (tinta não tóxica). As gravações foram feitas de forma alternada; na primeira semana de gravação foram filmados os frangos do bloco A, piquetes com maior (10 aves/m²) e menor (2,5 aves/m²) densidade e posteriormente foram filmadas as aves do bloco D, também nos piquetes com maior e menor densidade.

Para avaliar o comportamento dos animais, cada vídeo foi assistido cinco vezes, sendo identificado o tempo percentual em que cada ave da parcela passou realizando as atividades no período da manhã e da tarde, conforme etograma da Tabela 2.

A avaliação de desempenho foi efetuada por meio do consumo de ração (CR) (kg/ave), ganho de peso (GP) (kg/ave) e conversão alimentar (CA), sendo

os dados submetidos à análise de variância utilizando o programa SISVAR e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, pode se observar os valores de temperatura média semanal obtidos durante as duas últimas semanas de criação dos frangos de corte de crescimento lento.

Tabela 1 - Valores médios de temperatura (°C) durante o período experimental

Período	Temperatura média (°C)	
	Manhã	Tarde
16 a 22/01/22	27,5	30,7
23 a 29/01/22	27,0	30,3

Como esperado, os valores de temperatura média do período da tarde foram superiores comparados aos da manhã.

Conforme Abreu e Abreu (2011), para aves adultas o ideal é que a temperatura do ar não ultrapasse 32 °C. Ao observar os valores médios, pode-se concluir que a temperatura ambiente esteve abaixo da temperatura crítica.

Na Tabela 02 podem ser observados os valores médios de tempo em que as aves mais leves (0,69 kg de PV) e as aves mais pesadas (0,93 kg de PV), aos 28 dias de idade, expressaram determinados comportamentos.

No bloco de aves mais leves foi observado que tanto no período da manhã, quanto no da tarde os frangos situados no piquete com 10 aves/m² permaneceram na maior parte do tempo deitados/sentados, comendo e bebendo, já no piquete com menor densidade não foi observado o comportamento de comer em nenhum dos horários. Tal situação pode ter ocorrido porquê as aves que dispunham de maior espaço no comedouro se sentiam-se mais estigadas a comer após o arraçoamento, prática que ocorria sempre após a coleta dos dados da manhã. De modo geral, foi observado que os comportamentos mais frequentes nas aves do bloco D foram deitada/sentada, comendo e bebendo.

Tabela 2 - Valores percentuais de tempo médio, em que as aves mais leves (Bloco A) e as mais pesadas (Bloco D) expressaram seus comportamentos

Comportamento	Período da manhã				Período da tarde			
	2,5aves/m ²		10aves/m ²		2,5aves/m ²		10aves/m ²	
	Blo A	Blo D	Blo A	Blo D	Blo A	Blo D	Blo A	Blo D
Deitada/Sentada	81,6	89,8	74,6	80	90,6	87,65	81	83,6
Comendo	0	2,8	16,4	12,8	0	2,75	8	7,8
Bebendo	11,4	2,8	4,2	5	3,4	4,4	4,4	2,4
Explorando penas	1,2	0,8	2,2	1,2	1,6	0,2	0	1,4
Bicagem não agressiva	0	0	0	0	0	0	0,8	0
Bicagem agressiva	0	0	0	0	0	0	0	0
Movimento de desconforto	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciscando	0	0,8	0	0	0	0,8	0	0
Banho de areia	0	0	0	0	0	0	0	0
Ócio/Parada	5,6	0,6	1,2	0	2,2	2,6	1,4	2,2
Andando	0,2	2,4	1,4	1	2,2	1,6	4,4	2,6
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

Os frangos mais leves apresentaram maior percentagem de tempo deitados/sentados, nas duas densidades avaliadas, no período da tarde em comparação com o período da manhã. Em contrapartida, nas aves mais pesadas o resultado foi um pouco diferente, pois o aumento desse comportamento no período da tarde em relação ao período da manhã foi constatado apenas no tratamento com maior densidade. Barbosa Filho *et al.* (2007) afirmaram que os comportamentos de sentar e ficar parado certamente são medidas comportamentais que influenciam diretamente na fisiologia dos animais, de modo a não aumentar a produção de calor através de movimentos.

Segundo Cordeiro *et al.* (2011), nas condições de desconforto térmico a tendência é de que ocorra uma queda no comportamento de se alimentar, fato que se observa no experimento, com exceção do tratamento com menor densidade do bloco de aves mais leves, onde não foi observado o ato de comer em nenhum dos dois períodos.

Schiassi *et al.* (2015) verificaram que na condição de estresse por calor, as aves consomem mais água. No caso do bloco A, no tratamento com maior densidade o resultado foi semelhante ao descrito. Em contrapartida, no tratamento

com menor densidade, no período da tarde, as aves passaram a consumir menos água. No bloco D, esse aumento ocorreu apenas no tratamento com 2,5 aves/m². Nas situações em que no período da tarde, as aves consumiram menos água do que no período da manhã pode ter acontecido porque os bebedouros desses piquetes ficavam em localizações expostas ao sol no período da tarde, fazendo com que a água ficasse em uma temperatura inadequada para o consumo.

Santos *et al.* (2010) relataram que o comportamento de explorar penas caracteriza-se quando a ave investiga suas próprias penas com o bico ou o faz em relação às penas de outras aves. Neste sentido, foi observado que essa prática não aconteceu com muita frequência nas aves observadas.

Bicagens não agressivas foram observadas apenas no período da tarde, no piquete com maior densidade de aves mais leves. Cavalcante *et al.* (2017), também encontraram baixos índices (0,29% para um dia e 0,1 % para dois dias) dessa expressão.

A expressão “bicagem agressiva” não foi observada no presente estudo. Cavalcante *et al.* (2017) constatou um baixo índice de agressividade, 2,32 e 0,55 %, quando avaliou o comportamento de aves no pastejo por um e dois dias, respectivamente. De acordo com Barbosa Filho *et al.* (2007), tal comportamento está relacionado a condição de se estabelecer dominância no grupo ou a condição de estresse.

Barbosa Filho *et al.* (2007) afirmaram que o banho de areia é um comportamento característico de conforto, porém essa atitude não foi constatada no experimento em questão.

Em relação ao comportamento ócio/parado, os frangos alojados em menor densidade manifestaram maior frequência nessa posição em comparação àquelas mais adensadas. Em contrapartida, observou-se que nos piquetes com maior densidade de aves o ato de andar era mais frequente.

Na Tabela 3 estão descritos os valores médios de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar dos frangos no período de 28 a 69 dias de idade.

Tabela 3 - Valores médios para consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), e conversão alimentar (CA)

Densidade	*Médias dos parâmetros		
	CR (kg)	GP (kg)	CA
2,5 aves/m ²	4,47 ^a	2,34 ^a	1,92 ^a
5 aves/m ²	4,59 ^a	2,32 ^a	1,99 ^a
7,5 aves/m ²	4,66 ^a	2,26 ^a	2,07 ^a
10 aves/m ²	5,85 ^b	2,29 ^a	2,57 ^b
CV (%)	7,63	10,65	5,33

* Médias das colunas seguidas de letras diferentes divergem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

No consumo de ração, o tratamento com 10 aves/m² apresentou diferença significativa (P<0,05) das outras densidades. Os resultados obtidos neste estudo foram parecidos aos descrito por Silva *et al.* (2018), que avaliaram o desempenho de frangos de corte em diferentes densidades (10 e 12 aves/m²) populacional de 7 a 21 dias e obtiveram diferença significativa (P<0,05) entres os tratamentos. Em contrapartida, os resultados foram diferentes aos descritos por Gulak e Gai (2020) que avaliaram o efeito da densidade (13, 14 e 15 aves/m²) sobre os índices zootécnicos de frangos de corte criados em sistema Dark House e não encontraram diferença significativa (P>0,05) no consumo de ração no período de criação das aves.

O ganho de peso apresentado pelas aves não diferiu (P>0,05) em função da quantidade de frangos alojados nos piquetes. O tratamento com o maior ganho de peso foi o com 2,5 aves/m². Resultados semelhantes foram obtidos por Silva *et al.* (2018), onde não foram encontradas diferenças significativas em frangos de corte criados em densidades de 10 e 12 aves/m².

A pior conversão alimentar foi verificada na densidade de alojamento de 10 aves/m² (P<0,05). Esse resultado difere dos descritos por Gulak e Gai (2020), que não encontraram diferença significativa na conversão alimentar dos frangos de corte criados na densidade de 13, 14 e 15 aves/m².

4 CONCLUSÃO

Nas condições em que foi conduzido esse experimento, pode-se concluir que:

a) a densidade de criação não alterou o comportamento dos frangos de

corde de crescimento lento criados em temperatura média variando entre 27 e 30,7°C.

- b) frangos de corte de crescimento lento podem ser criados em adensamento de até 7,5 aves/m², sem que o desempenho produtivo seja afetado.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Cariri pelo apoio na realização deste trabalho através da concessão de bolsa em incentivo a pesquisa. Ao NEAMBE/UFC pela ajuda na coleta e análise dos dados ambientais e comportamentais.

REFERÊNCIAS

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira Zootecnia**, [s. l.], v. 40, p. 1-14, 2011. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/901939/1/osdesafiosdaambienciasobreossi_stemas.pdf . Acesso em: 19 ago. 2022.

BARBOSA FILHO, J. A. D. *et al.* Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando sequência de imagens. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 93-99, jan./abr. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162007000100002> . Acesso em: 16 ago. 2022.

CAVALCANTE, F. R. A. *et al.* Avaliação comportamental de aves caipiras em sistema de transição agroecológico em clima semiárido. *In*: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 12., 2017, [s. l.]. **Anais [...]**. [S. l.]: Embrapa, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1107265/avaliacao-comportamental-de-aves-caipiras-em-sistema-de-transicaohttps://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1107265/avaliacao-comportamental-de-aves-caipiras-em-sistema-de-transicao-agroecologico-em-clima-semiaridoagroecologico-em-clima-semiarido>. Acesso em: 19 ago. 2022.

CORDEIRO, M. B. *et al.* Análise de imagens digitais para a avaliação do comportamento de pintainhos de corte. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 418-426, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162011000300002>. Acesso em: 16 ago. 2022.

GULAK, E. M. C.; GAI, V. F. Densidade na criação de frangos de corte em sistema Dark House na cidade de Cafelândia – PR. **Revista Cultivando o Saber**, edição especial, [s. l.], p. 31-41, 2020. Disponível em: <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/1036/961> . Acesso em: 21 ago. 2022.

OLIVEIRA, A. F. G. *et al.* Efeito da densidade de criação e do grupo genético sobre a composição mineral e desenvolvimento de ossos longos de frangos de corte. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 1023-1034, mar./abr. 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744140034> . Acesso em: 19 ago. 2022.

RABELO, P. C. M. *et al.* **Rendimento de carcaça de frango do tipo caipira**. CONTECC, 2017. Disponível em: <https://docplayer.com.br/79052634-Rendimento-de-carcaca-de-frango-do-tipo-caipira.html>. Acesso em: 19 ago. 2022.

SANTOS, Marcos J. B. *et al.* Comportamento bioclimático de frangos de corte caipira em piquetes enriquecidos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 5, p. 554–560, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-4366201000050001443662010000500014> . Acesso em: 16 ago. 2022.

SCHIASSI, L. *et al.* Comportamento de frangos de corte submetidos a diferentes ambientes térmicos. **Revista Engenharia Agrícola**, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 390-396, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n3p390-396/2015> . Acesso em: 16 ago. 2022.

SILVA, M. M. P. *et al.* Avaliação do desempenho de frangos de corte em diferentes densidades populacional avaliados 7 a 21 dias de idade. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 28., 2018, Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: ZOOTEC, 2018. Disponível em: <http://www.adaltech.com.br/anais/zootecnia2018/resumos/trab-2477.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2022.

AVALIAR A ADIÇÃO DE RESÍDUOS DE VIDRO, DE EMPRESA LOCAL, NO DESENVOLVIMENTO DE MASSAS PARA A CERÂMICA DE REVESTIMENTO

Itamar Lúcio de Alencar Neto¹

Priscila Pereira Mota²

Davi Alves de Moura³

Maria Isabel Brasileiro Rodrigues⁴

1 INTRODUÇÃO

Muitos problemas ambientais são originados pelo manejo inadequado dos resíduos de vidro no Brasil, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) registrou, entre 2010 e 2019, um incremento de 67 milhões para 79 milhões de toneladas de resíduos por ano. Assim, diante desse cenário, faz-se necessário a busca por soluções, comprometidas com a questão ambiental para reaproveitar esses materiais, a fim de diminuir os impactos na natureza.

Unindo os termos, em contrapartida a cerâmica de revestimento é amplamente utilizada nos meios arquitetônicos, estando presente tanto nos pisos e paredes, no formato, por exemplo, de azulejos e pastilhas, como também na indústria e em ambientes comerciais. Ademais, podemos encontrá-las em decorações de pias e bancadas. Este tipo de cerâmica é muito importante devido às suas excelentes propriedades, como a resistência a produtos químicos, a abrasão, e a proteção contra infiltrações externas.

Assim, para que a cerâmica de revestimento seja produzida é necessário que haja a união entre o esmalte (vidrado) e o suporte cerâmico para que as

¹ UFCA, itamar.lucio@aluno.ufca.edu.br

² UFCA, priscila.mota@aluno.ufca.edu.br

³ UFCA, davi.alves@aluno.ufca.edu.br

⁴ UFCA, Isabel.rodriques@ufca.edu.br

propriedades físicoquímicas e os seus resultados estéticos sejam alcançados. Tal união é promovida pelo engobe, camada esta que contém o resíduo de vidro. Diante disso, o principal objetivo deste trabalho foi estudar as potencialidades e as melhores condições para propiciar o acordo entre o suporte e o esmalte cerâmico, com a intenção de reduzir os impactos ambientais causados pelo resíduo, mantendo as propriedades necessárias.

2 METODOLOGIA

Neste estudo, foram utilizados resíduos vítreos de ampolas de coloração âmbar, descontaminadas, disponibilizadas pela indústria farmacêutica da região do Cariri-CE, Farmace; argila de queima branca na forma de torrões, fornecida pela empresa Cerâmica Gomes de Mattos, localizada em Crato-CE; resíduos de Pedra Cariri, obtidas em mineradoras localizadas no município de Nova Olinda; resíduos de alumina, de um forno elétrico danificado, e o ligante carboximetilcelulose (CMC). Para a conformação dos suportes, utilizou-se o método de prensagem uniaxial, com o auxílio de uma prensa hidráulica manual. Utilizou-se uma massa de 25g de mistura, devidamente pesada com o auxílio de uma balança analítica. Na prensagem, submeteu-se uma carga máxima de 4 toneladas, com a aplicação gradual da carga e manutenção na carga máxima por trinta segundos.

Após a prensagem, os corpos de prova foram secados, em uma estufa, a 100°C por 24 horas. Com o auxílio de um paquímetro digital e uma balança analítica, foram obtidos os valores do comprimento, largura, espessura e peso das amostras. Tendo obtido as dimensões e peso dos suportes, fez-se o processo de queima, que ocorreu em um forno elétrico, a 1100°C com uma taxa de aquecimento de 10°C/min e um patamar de queima de 30 minutos. Por fim, os corpos de prova foram pesados em uma balança analítica e dimensionados com um paquímetro universal.

Após a queima, realizou-se análises das propriedades físicas por meio da retração linear após a queima, absorção de água e a porosidade aparente.

Já para produzir o engobe, preparou-se uma camada intermediária entre o suporte e o esmalte. A formulação utilizada neste trabalho para o engobe, em massa, foi de 50% de água, 22,4% de argila, 26,4% de resíduo de vidro e 1,2% de carboximetilcelulose. A mistura foi homogeneizada em um misturador e aplicada sobre os corpos de prova.

1. Retração Linear

Para calcular a retração linear, mediu-se os valores dos comprimentos dos corpos de prova antes e após a queima. Logo, o ensaio baseia-se na diferença de comprimento entre a peça verde e a peça após o forno.

2. Absorção de água

Após a queima, o corpo de prova foi resfriado e, por seqüência, foram pesados, obtendo-se o valor da massa do corpo de prova após a queima. Em seguida, os corpos de prova foram submergidos em água, contida em um recipiente, por vinte e quatro horas. Ao fim desse tempo, as amostras foram retiradas e o excesso de água foi removido, sendo então pesados, como objetivo de se obter a massa do corpo de prova úmido. Comos dados obtidos, pôde-se calcular a absorção de água, dada em percentual.

3. Porosidade aparente:

Utilizou-se um béquer contendo água destilada, acoplado de forma manual a uma balança analítica. Para a pesagem, os corpos de prova foram imersos neste recipiente com água, obtendo a massa do corpo-de-prova imerso em gramas. Assim, determinou-se o valor da porosidade aparente (PA), com o seu valor expresso em porcentagem, onde a massa dos corpos de prova queimados e úmidos são as mesmas obtidas para o ensaio de absorção de água.

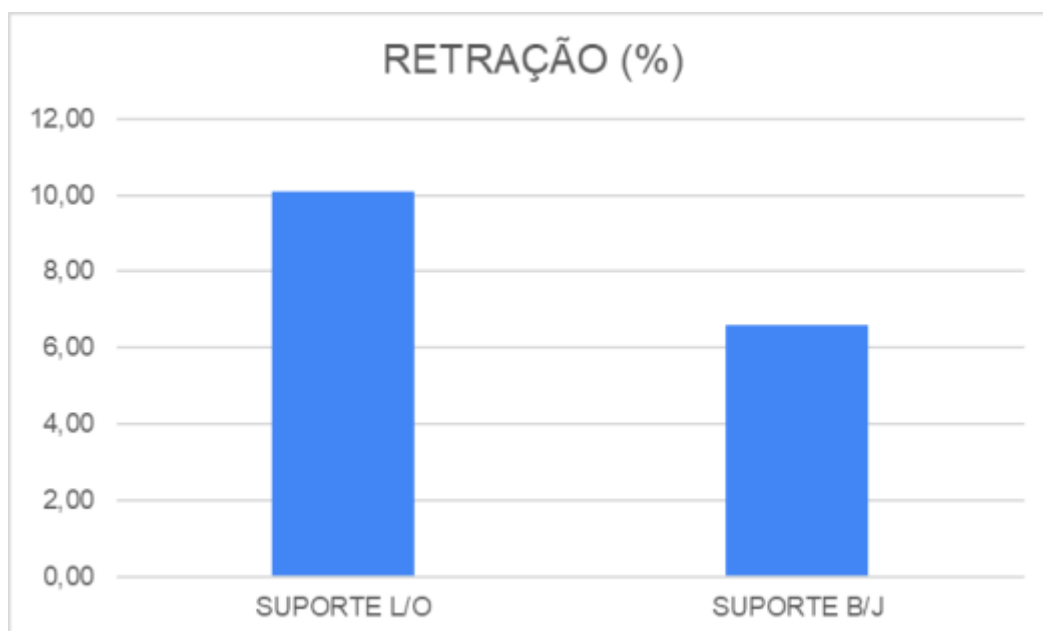
Por fim, foi realizada a caracterização química por meio da fluorescência de Raios X, pois devido às condições dos fornos, que encontram-se danificados, não foi possível dar continuidade ao segmento final do estudo, com a aplicação do vidro sobre o engobe e sua queima, para posteriores serem realizadas as análises físico-mecânicas. Contudo, as amostras foram divididas em "L" e "O" (95% de argila + 5% de resíduo de vidro) e "B" e "J" (100% de argila + 0% de resíduo de vidro) para que diferentes vidrados fossem aplicados.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A atual problemática da disposição de resíduos estimula pesquisas que visam o reaproveitamento dos materiais que levam maior tempo de decomposição

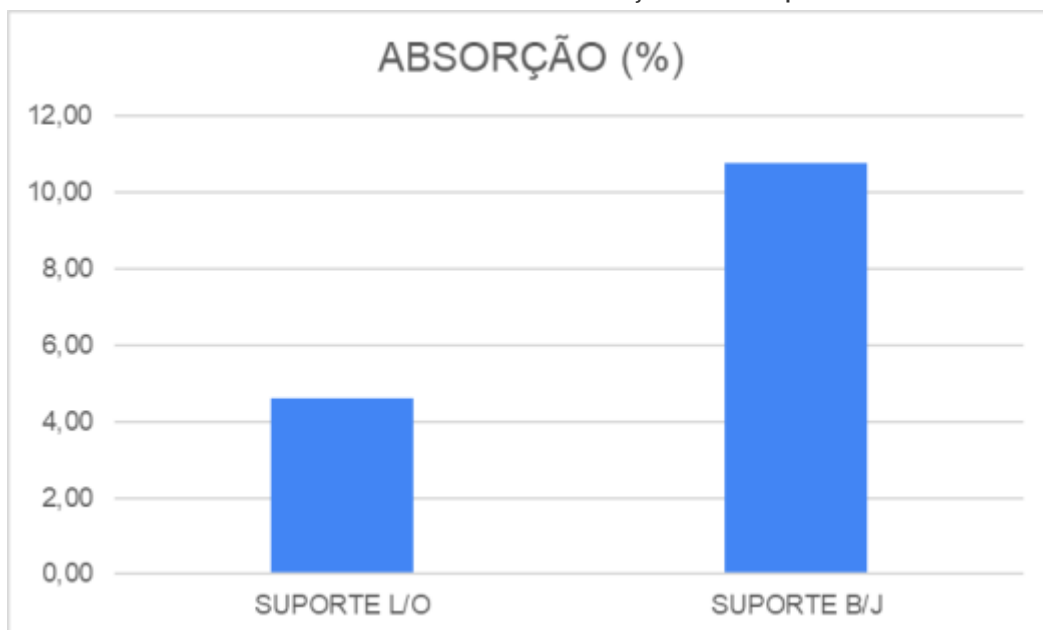
no meio ambiente. Entre todos os materiais que podem ser reciclados, o vidro é o que leva maior tempo para ser absorvido, mesmo sendo uma produção de elementos naturais, como a sílica presente na areia da praia. Isso ocorre devido a composição do vidro, fazendo com que ele seja extremamente resistente às alterações climáticas (ANAVIDRO). Visto que o vidro é um dos resíduos de maior quantidade em lixões e aterros sanitários e que levam em média 1.000.000 de anos para se decompor, ele tornou-se objeto de pesquisa para substituição de matérias primas naturais escassas, já que sua principal característica é sua total e incontável reutilização. Uma possibilidade para reciclagem dos vidros planos é incorporá-los nos engobes de revestimentos cerâmicos, como substituto parcial das matérias-primas fundentes (CIPRIANO, 2017).

Gráfico 1 - Média dos resultados da retração dos suportes cerâmicos



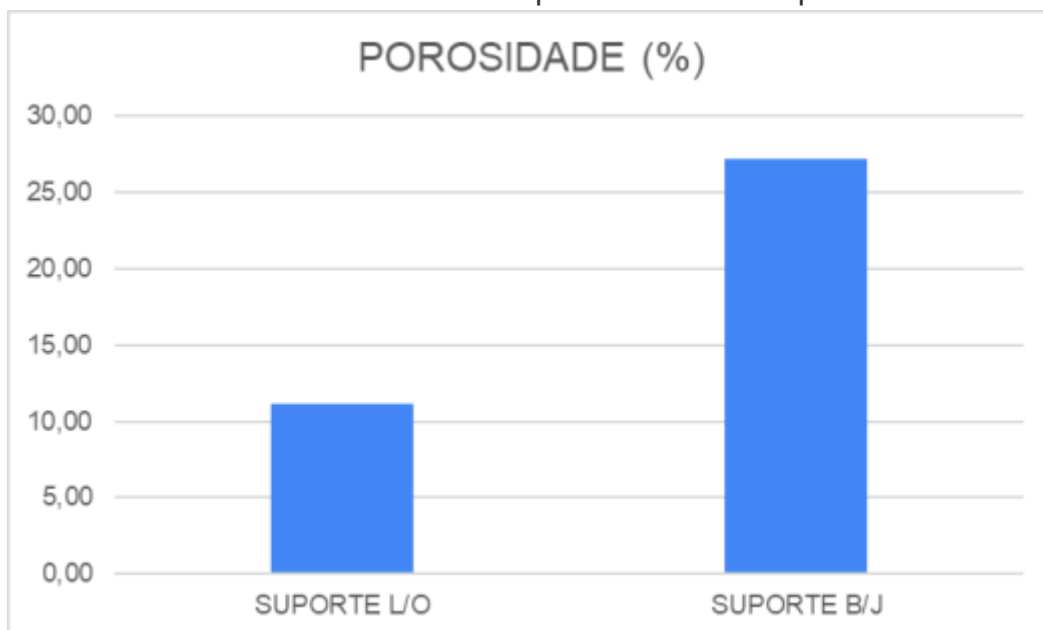
Fonte: Próprio autor (2022).

Gráfico 2 - Média dos resultados da absorção dos suportes cerâmicos



Fonte: Próprio autor (2022).

Gráfico 3 - Média dos resultados da porosidade dos suportes cerâmicos



Fonte: Próprio autor (2022).

Segundo as médias dos dados foi possível perceber que a retração, a absorção e a porosidade são interligadas. Assim, quanto maior a retração, menor foram os valores de absorção e porosidade, tanto no suporte "L/O"

quanto no suporte “B/J”. A absorção de água está diretamente ligada aos níveis de porosidade da peça e, conseqüentemente, a resistência mecânica do corpo cerâmico. Uma porosidade maior geralmente provoca a diminuição da resistência mecânica das peças pois aumenta a probabilidade da presença de poros maiores (MELCHIADES; ROMACHELLI; BOSCHI, 2003).

Tabela 1 – Composição química das matérias-primas constituintes na pesquisa

ÓXIDOS CONSTITUINTES (%, em massa)	Argila Caulinitica	Vidro Âmbar	Pedra Cariri
SiO ₂	64,37	72,51	2,5
Al ₂ O ₃	29,03	9,1	1,56
Fe ₂ O ₃	3,04	1,82	2,09
K ₂ O	1,07	1,56	-
MgO	0,91	-	1,51
TiO ₂	0,71	5,63	-
CaO	0,51	0,65	91,27
BaO	0,17	3,07	-
SO ₃	0,1	-	0,49
Na ₂ O	-	5,53	-
MnO	0,03	-	0,48
ZnO	0,01	-	0,1
Outros	0,05	0,13	-

Fonte: Próprio autor (2022).

De acordo com o ensaio de Fluorescência de Raios X, os resíduos do vidro âmbar são compostos pelo óxido formador de rede SiO₂ e alguns óxidos são capazes de modificar sua rede vítrea, já a argila empregada é constituída majoritariamente por SiO₂ e Al₂O₃.

4 CONCLUSÃO

Observou-se que a porosidade aparente está diretamente ligada à retração linear de queima e da absorção de água das peças. Dessa forma, as composições estudadas apresentaram uma elevada porosidade, pelo não preenchimento dos poros pela fase líquida durante a sinterização. Além da capacidade dos óxidos presentes no resíduo alterarem a estrutura vítrea.

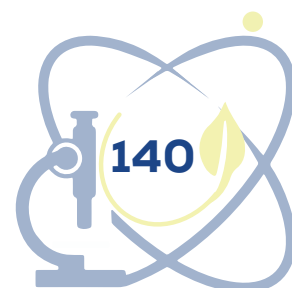
Por fim, agradeço ao Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica (PIICT) da UFCA, na modalidade PIBIC e à Universidade Federal do Cariri (UFCA) pela concessão das Bolsas de iniciação à Pesquisa que possibilitou

a realização desse estudo, agregando enormemente aos acadêmicos envolvidos, permitindo que possamos adquirir experiência, conhecimento e desenvolver habilidades que vão muito além daquelas obtidas em sala de aula.

REFERÊNCIAS

CIPRIANO, A. P.; MAGAGNIN, D.; BITTENCOURT, E. B.; CORRÊA, M. E. N.; POLICARPO, N.; SILVA, V. Análise da substituição proporcional de frita branca por vidro plano reciclado em engobes para revestimento cerâmico. **Cerâmica Industrial**, [s. l.], v. 22, n. 4, p. 22-26, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/cerind.2017.020>. Acesso em: 15 mar. 2022.

MELCHIADES, F. G.; ROMACHELLI, J. C.; BOSCHI, A. O. A Mancha D'Água de Revestimentos Cerâmicos: Defeito ou Característica? **Revista Cerâmica Industrial**, [s. l.], v. 8, n. 4, jul./ago. 2003. Disponível em: <https://ceramicaindustrial.org.br/article/5876571a7f8c9d6e028b4698/pdf/ci-8-4-5876571a7f8c9d6e028b4698.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2022.



CARACTERIZAÇÃO GENÉTICA DE ISOLADOS DE *FUSARIUM* ASSOCIADOS À PODRIDÃO DE BANANA NO CARIRI CEARENSE

Euzanyr Gomes da Silva¹

Ana Karoline Vieira dos Santos²

Jadson Araujo da Silva³

Ana Paula Oliveira de Barros⁴

Sami Jorge Michereff⁵

Kamila Câmara Correia⁶

1 INTRODUÇÃO

A banana (*Musa* spp.) é um dos alimentos mais consumidos no mundo, sendo cultivada na maioria dos países tropicais e subtropicais (ALGHUTHAYMI *et al.*, 2020). A sua produção é severamente afetada por várias doenças causadas por fungos (DONG *et al.*, 2019). Entre eles estão diversas espécies do gênero *Fusarium* que foram relatadas causando doenças e produzindo micotoxinas, isoladas do fruto e da coroa (ALGHUTHAYMI; BAHKALI, 2015; SILVA *et al.* 2019; FARR; ROSSMAN, 2022). A identificação das espécies desse gênero se baseava em características morfológica e fisiológicas, o que gerava controvérsias em relação à divisão entre elas (O'DONNELL *et al.*, 1998). Em função desta problemática, alguns trabalhos utilizando sequências de DNA e análises filogenéticas foram

¹ Universidade Federal de Alagoas, euzanyrsilva@yahoo.com.br. Bolsista de Doutorado CAPES.

² Universidade Federal do Cariri, anakarolinev95@gmail.com. Bolsista de Iniciação Científica FUNCAP.

³ Universidade Federal Rural de Pernambuco, jadson.araujosilva@gmail.com. Bolsista de Doutorado FACEPE.

⁴ Universidade Federal Rural de Pernambuco, barros-ana@hotmail.com. Bolsista de Pós-doutorado FACEPE.

⁵ Universidade Federal do Cariri, sami.michereff@ufca.edu.br. Bolsista de Produtividade CNPq.

⁶ Universidade Federal do Cariri, Kamila.correia@ufca.edu.br. Bolsista BPI FUNCAP.

desenvolvidos buscando uma identificação mais precisa (CROUS *et al.*, 2022; O'DONNELL *et al.*, 2022).

Para a identificação de fungos ao nível de espécie de forma correta e confiável é necessário a caracterização genética utilizando regiões genômicas adequadas. Para a identificação de *Fusarium* spp. são utilizados vários genes, no entanto o Fator de alongação 1-a (EF1-a) e a segunda maior subunidade da RNA polimerase II (RPB2) são utilizados em todos os trabalhos (CROUS *et al.*, 2022; O'DONNELL *et al.*, 2022).

No levantamento realizado em 2018, *Fusarium* foi o segundo gênero mais prevalente associados a bananas com podridão pós-colheita comercializadas no Cariri cearense (SILVA *et al.*, 2019). No entanto, a identificação dos isolados fúngicos foi realizada baseada em caracteres morfológicos, não sendo possível identificar a espécie. A identificação correta da espécie fúngica infectante é altamente importante, uma vez que permite a utilização de medidas de manejo eficazes baseadas nas suas características morfológicas, fisiológicas e genéticas.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi identificar a nível de espécies os isolados de *Fusarium* associados a doenças pós-colheita em bananas comercializadas na região do Cariri cearense.

2 METODOLOGIA

2.1 Obtenção dos isolados

Os isolados foram da Coleção de Fungos Fitopatogênicos do Cariri – CFC do Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade da Universidade Federal do Cariri – Campus Crato.

2.2 Extração de DNA, PCR e filogenia

Para obtenção do DNA genômico, isolados obtidos e caracterizados morfológicamente como *Fusarium* por Silva *et al.* (2019) foram cultivados em placa de Petri contendo meio BDA com uma membrana de celofane na superfície por sete dias a 25 °C no escuro. Uma pequena quantidade de micélio foi raspada

da superfície da colônia e o DNA foi extraído usando o kit Wizard® Genomic DNA Purification (Promega Corporation, Madison, EUA), conforme as instruções do fabricante. As concentrações de DNA foram estimadas visualmente em gel de agarose a 1% comparando-se a intensidade da banda com um marcador de peso molecular com escala de 1 kb (Axygen Scientific Inc., Union City, EUA). O DNA genômico extraído foi submetido à Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) para amplificação dos genes EF1- α , utilizando os oligonucleotídios EF1 e EF2 (O'DONNELL *et al.*, 1998), e RPB2, com os oligonucleotídios RPB2-5F2 (REEB; ROUX, 2004) e RPB2-7cR (LIU *et al.*, 1999), seguindo as condições indicadas para cada par de oligonucleotídios.

Os produtos da amplificação de PCR foram separados por eletroforese em gel de agarose a 1% em TAE 1X (Tris-Acetato-EDTA), corados com GelRed™ (Biotium Inc., Hayward, EUA) e fotografados sob luz ultravioleta (UV). Os produtos de PCR foram purificados utilizando o kit de purificação ExoProStar 1-step (GE Healthcare Life Sciences, Pittsburgh, EUA), seguindo as instruções do fabricante, e sequenciados em ambas as direções com os mesmos oligonucleotídios da amplificação usando um ABI PRISM 3100 - *Avant Genetic Analyzer* (Applied Biosystems) na Plataforma de Sequenciamento do Laboratório Central do Centro de Biociências (LABCEN/CCB) na Universidade Federal de Pernambuco (Recife, Brasil).

A análise dos cromatogramas gerados pelo sequenciamento dos genes EF1- α e RPB2 e a montagem dos contigs foi realizada utilizando o software Staden Package® v.2.0 (STADEN; BEAL; BONFIELD, 1998). As sequências foram alinhadas utilizando o programa ClustalX v.1.83 (THOMPSON *et al.*, 1997). Sequências de isolados de referência de *Fusarium* obtidas do GenBank foram incluídas nas análises. As relações filogenéticas entre as sequências foram analisadas pelo método de Máxima Verossimilhança (MV), com o modelo de substituição de nucleotídeos selecionado por meio do critério de informação bayesiana – BIC, e Máxima Parcimônia (MP). Análises de bootstrap com 1000 repetições foram realizadas para estimar a confiabilidade dos ramos das árvores geradas. As análises de MV e MP foram realizadas com auxílio do programa MEGA 7 (KUMAR *et al.*, 2016).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

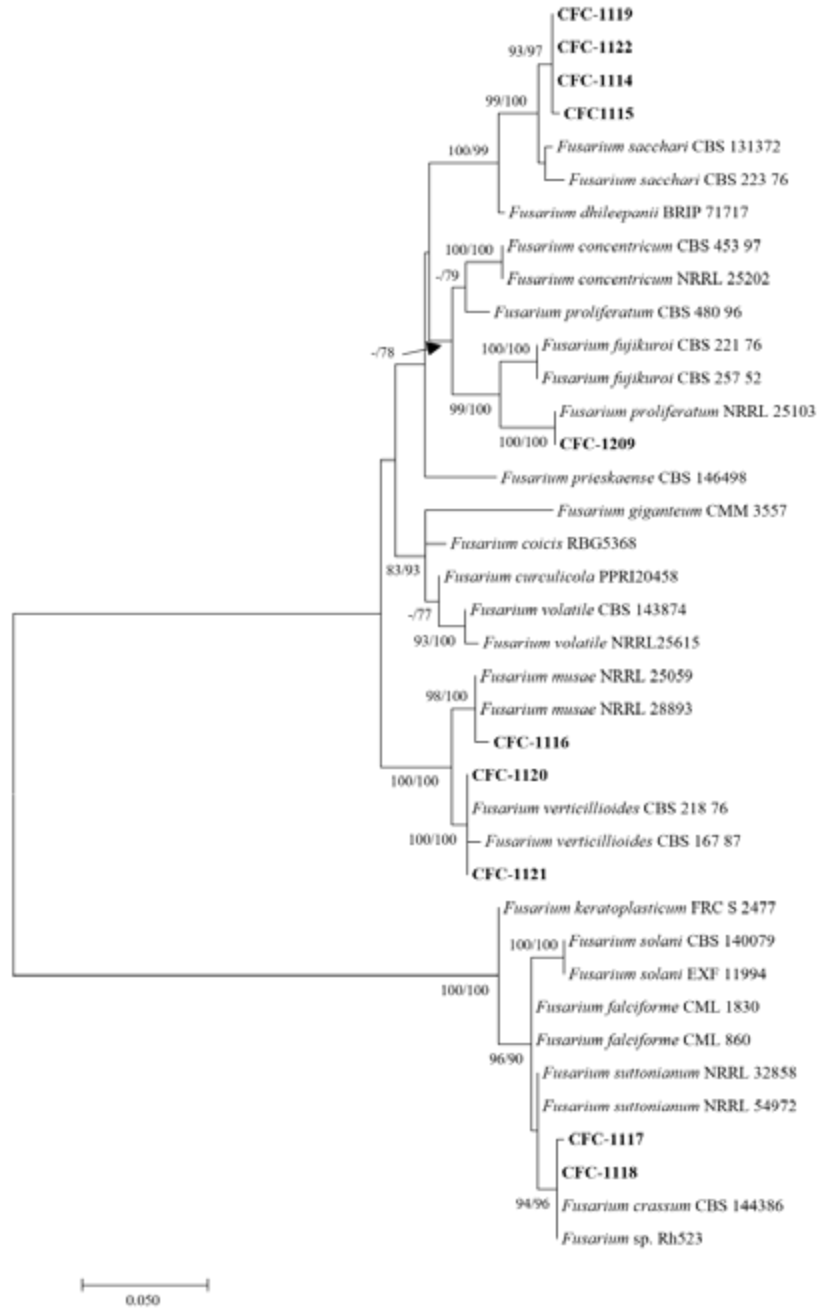
Foram utilizados 10 isolados de *Fusarium* associados a podridões pós-colheita em bananas dos municípios: Barbalha (2), Caririaçu (1), Crato (3), Farias Brito (1), Juazeiro do Norte (1), Missão Velha (1) e Nova Olinda (1). 2 isolados foram agrupados no clado de *Fusarium verticillioides* e 2 no clado de *Fusarium crassum* (Figura 1). Apenas 1 isolado se agrupou no clado de *Fusarium musae* e outro no clado de *Fusarium proliferatum*. 40% dos isolados não se agruparam com nenhuma espécie conhecida.

Os isolados de Barbalha, Crato e Missão Velha, que não se agruparam em clados específicos de espécies conhecidas, fazem parte do complexo de espécie *Fusarium fujikuroi* (FFSC), pois estão filogeneticamente mais próximas das espécies desse complexo do que das espécies do complexo de espécie *Fusarium solani* (FSSC). Muitas espécies do FFSC são conhecidas por causar doenças em plantas e por produzir micotoxinas (O'DONNELL *et al.*, 2022), sendo a identificação precisa dessas espécies de importância agrícola e médica. Dos demais isolados, apenas o CFC-1117 e CFC-1118 não pertencem a esse mesmo complexo. *F. proliferatum*, *F. musae* e *F. verticillioides* já foram relatados causando doenças em banana em vários Países. Dessas espécies, apenas o *F. musae* possui relato nessa cultura no Brasil (FARR; ROSSMAN, 2022).

Os dois isolados pertencentes a *Fusarium crassum* foram coletados no município do Crato. Essa espécie foi caracterizada com isolados originários de uma vasta gama de hospedeiros, variando de unha a frutos, sendo de interesse para a saúde humana e das plantas (SANDOVAL-DENIS; LOMBARD; CROUS, 2019; FARR; ROSSMAN, 2022).

Os resultados obtidos nesse estudo mostram uma elevada diversidade de espécies de *Fusarium* associadas a este patossistema, gerando conhecimento sobre os agentes causais da podridão de banana e contribuindo para uma melhor compreensão desta doença na fase pós-colheita.

Figura 1 - Árvore filogenética de isolados de *Fusarium* obtidos de bananas comercializadas no Cariri cearense utilizando sequências dos genes EF1- α e RPB2



Fonte: Autores (2022).

4 CONCLUSÃO

Diversas espécies de *Fusarium* estão associadas a podridão pós-colheita em bananas comercializadas no Cariri cearense e devem ser consideradas no manejo pós-colheita dessa fruta.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP pelo financiamento da pesquisa (Processo nº BP4-017200282.01.00/20) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão de bolsa.

REFERÊNCIAS

ALGHUTHAYMI, Mousa Abdullah *et al.* Mycotoxigenicity of *Fusarium* isolated from banana fruits: Combining phytopathological assays with toxin concentrations. **Journal of King Saud University-Science**, [s. l.], v. 32, n. 2, p. 1482-1485, 2020.

ALGHUTHAYMIA, Mousa Abdullah; BAHKALI, Ali Hassan. Toxigenic profiles and trinucleotide repeat diversity of *Fusarium* species isolated from banana fruits. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, [s. l.], v. 29, n. 2, p. 324-330, 2015.

CROUS, Pieter Willem *et al.* *Fusarium* and allied fusarioid taxa (FUSA). 1. **Fungal Systematics and Evolution**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 161-200, 2022.

DONG, Honghong *et al.* Quantitative proteomics analysis reveals resistance differences of banana cultivar 'Brazilian' to *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense* races 1 and 4. **Journal of proteomics**, [s. l.], v. 203, p. 103376, 2019.

FARR, D. F.; ROSSMAN, A. Y. **Fungal Databases, U.S.** National Fungus Collections, ARS, USDA. 2022. Disponível: <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>. Acesso em: 18 ago. 2022.

KUMAR, Sudhir *et al.* MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. **Molecular biology and evolution**, [s. l.], v. 35, n. 6, p. 1547, 2018.

LIU, Yajuan J.; WHELEN, Sally; HALL, Benjamin D. Phylogenetic relationships among ascomycetes: evidence from an RNA polymerase II subunit. **Molecular biology and evolution**, [s. l.], v. 16, n. 12, p. 1799-1808, 1999.

O'DONNELL, Kerry *et al.* Multiple evolutionary origins of the fungus causing Panama disease of banana: concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene genealogies. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s. l.], v. 95, n. 5, p. 2044-2049, 1998.

O'DONNELL, Kerry *et al.* DNA sequence-based identification of *Fusarium*: A work in Progress. **Plant Disease**, [s. l.], v. 106, p. 1597-1609, 2022.

REEB, Valérie; LUTZONI, François; ROUX, Claude. Contribution of RPB2 to multilocus phylogenetic studies of the euascomycetes (Pezizomycotina, Fungi) with special emphasis on the lichen-forming Acarosporaceae and evolution of polyspory. **Molecular phylogenetics and evolution**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 1036-1060, 2004.

SANDOVAL-DENIS, M.; LOMBARD, L.; CROUS, P. W. Back to the roots: a reappraisal of *Neocosmospora*. **Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi**, [s. l.], v. 43, n. 1, p. 90-185, 2019.

SILVA, Jadson Araújo *et al.* Frequência de fungos associados às doenças pós-colheita da banana no Cariri Cearense. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, CBFITO, 51., 2019, Recife. **Anais [...]**. Brasília: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2019. p. 641.

STADEN, Rodger; BEAL, Kathryn F.; BONFIELD, James K. The staden package, 1998. *In*: MISENER, S.; Krawetz, S. A. (ed.). **Bioinformatics Methods and Protocols**. Totowa: Humana Press, 1998. p. 115-130.

THOMPSON, Julie D. *et al.* The CLUSTAL_X windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. **Nucleic acids research**, [s. l.], v. 25, n. 24, p. 4876-4882, 1997.

ESTUDO FOTOELETROQUÍMICO DO NANOCOMPÓSITO CELULOSE- $\text{Ce}_2(\text{MoO}_4)_3$ COMO MATERIAL FUNCIONAL PARA SENSORES DE DIETILESTILBESTROL

Vitória Hellem Marques Costa Guedes
Nicolas Moreira de Carvalho Gomes
André Oliveira Santos
Thiago Mielle Brito Ferreira Oliveira

1 INTRODUÇÃO

O dietilestilbestrol (DES) é um disruptor endócrino que foi muito usado até o início da década de 70, ocasião em que a carência de estudos sobre esta propriedade levou a sua ampla utilização como ingrediente ativo de medicamentos contraceptivos para mulheres. Mais tarde, a utilização desse composto foi apontada como uma das prováveis causas de vários tipos de câncer, infertilidade e desordens no aparelho reprodutor feminino, resultando em medidas restritivas adotadas em todo o mundo (BOWLER; CONE, 2001). Os efeitos toxicológicos do DES ao meio ambiente não são totalmente conhecidos, mas sabe-se que ele também pode afetar a fauna de ecossistema expostos (COLBORN *et al.*, 2002). Por estas razões, o desenvolvimento de materiais, tecnologias e métodos que possam ser empregados no monitoramento do DES em matrizes impactadas recebe grande atenção.

Muitos dos métodos capazes de identificar e quantificar o DES demandam tecnologias sofisticadas, cujo desempenho depende do tipo de material usado na interface reativa. O molibdato de cério - $\text{Ce}_2(\text{MoO}_4)_3$, por exemplo, tem mostrado aplicação em dispositivos fotoluminescentes (MAISANG *et al.*, 2018), colorimétricos (SINGH *et al.*, 2020) e fotônicos (KUANG *et al.*, 1998). Por ser um material cerâmico semiconductor, o $\text{Ce}_2(\text{MoO}_4)_3$ também possui grande potencial de aplicação na construção de sistemas (foto)eletroquímicos, embora

esta ainda seja uma linha de pesquisa pouco explorada (MOURA *et al.*, 2021). Muitas das propriedades do material estudado podem ser melhor exploradas quando os molibdatos são manipulados na forma de compósitos. Nesse trabalho, estudamos o potencial da associação celulose-Ce₂(MoO₄)₃ para conter a tendência de agregação dos cristais pelo elevado potencial eletrostático de superfície e, desta forma, testá-lo como um possível material funcional para sensores fotoeletroquímicos de DES.

2 METODOLOGIA

2.1 Reagentes e soluções

O DES utilizado foi adquirido da Sigma-Aldrich®. Todos os demais reagentes foram fornecidos pela empresa Vetec: ácido acético 99,5%, ácido bórico 99,5%, ácido fosfórico 85% e álcool etílico 99,5%. A solução de tampão BR 1,0 mol L⁻¹ foi feita a partir da adição de 1,0 mL de ácido acético, 1,0 mL de ácido fosfórico e 0,5 g de ácido bórico em 1,0 L de água destilada, tendo posteriormente o pH ajustado com NaOH. A solução-estoque do DES (10⁻³ mol L⁻¹) foi preparada em etanol. A imobilização do compósito celulose-Ce₂(MoO₄)₃ em eletrodo de carbono vítreo (GCE) foi feita por *drop-coating*, usando uma suspensão etanólica de polipirrol (PPY) a 1,0 mg mL⁻¹ como carreador.

2.2 Produção do nanocompósito de celulose-ce₂(moo₄)₃

Para a síntese de Ce₂(MoO₄)₃, foi preparada uma solução mista de (NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O e Ce(NO₃)₃·6H₂O, ambos na concentração de 1,0 μmol L⁻¹, diluídos em solução amoniacal de EDTA (1,0%; m/v). Posteriormente, foi adicionado ácido cítrico ao meio, seguido da digestão da mistura em autoclave a 80 °C por 1h. O pH da solução foi ajustado para 9,0 com NH₄OH, até a formação de um gel organometálico, que foi calcinado na temperatura de 600 °C por 3h, formando o molibdato de cério. O nanocompósito celuloseCe₂(MoO₄)₃ foi produzido pela dispersão de 1,0 mg do molibdato em 0,5 mL de suspensão de nanocelulose. Após a agitação da mistura por 12 h, o sólido disperso foi centrifugado, lavado com água destilada e usado na construção do sensor de trabalho.

2.3 Caracterização dos materiais

O êxito na síntese e aspectos morfológicos do $Ce_2(MoO_4)_3$ foram monitorados por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV; *microscope Tescan Vega 3*). O ordenamento em curto alcance e cristalinidade foram estudados por Espectroscopia Raman (micro Raman Senterra, Bruker). As medidas de refletância difusa de UV-Vis-NIR foram realizadas em um espectrofotômetro Shimadzu UV-3600. A produção e funcionalização da nanocelulose, assim como a modificação do molibdato com este polissacarídeo, foram assistidas por Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR; *Cary 630, Agilent*).

Todos os ensaios eletroquímicos foram feitos em um potenciostato/galvanostato modular (PGSTAT 128N/FRA32; Metrohm – Autolab).

2.4 Estudos (foto)eletroquímicos

Os testes (foto) eletroquímicos foram realizados por voltametria cíclica, variando as condições de velocidade de varredura e pH, e usando um LED azul (470 nm) para irradiar o sistema. Os ensaios foram realizados em uma célula eletroquímica com arranjo de três eletrodos, contendo a plataforma celulose- $Ce_2(MoO_4)_3$ /PPY/GCE como dispositivo de trabalho, um eletrodo de referência (Ag/AgCl/ Cl^- saturado) e um eletrodo auxiliar de platina. Todas as medidas foram feitas em triplicatas e na temperatura de 20 °C.

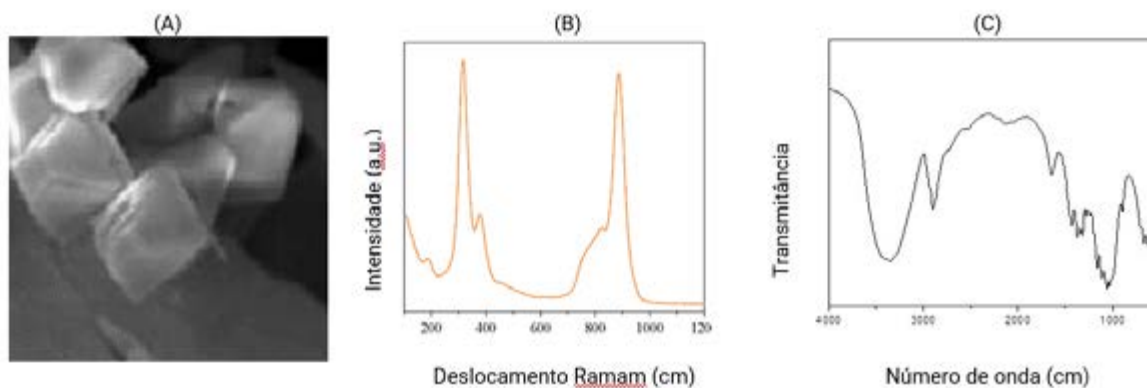
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Propriedades dos materiais

A rota utilizada para a síntese do molibdato resultou na produção majoritária de octaedros truncados (base lateral $\sim 1,0 \mu m$; Figura 1A), organizados na forma de agregados, possivelmente pela elevada carga superficial das microestruturas. A modificação com nanocelulose aparentemente reduziu esse efeito eletrostático, permitindo uma maior separação das microestruturas e aproveitamento das suas propriedades fotoquímicas ($E_{gap} = 2.57 eV$). Pelo espectro Raman (Figura 1B), pode-se identificar picos entre $670 e 1000 cm^{-1}$, atribuídos às vibrações

de alongamento simétrico e antissimétrico do Mo-O. Os picos situados abaixo de 220 cm^{-1} correspondem aos processos de transdução e libração de íons MoO_4^{2-} e Ce^{3+} (MOURA *et al.*, 2021). O modo vibracional interno de perfil agudo e intenso em 888 cm^{-1} , revela que os cristais do molibdato são morfologicamente organizados em curto alcance. Sobre a produção de nanocelulose, o estudo por FTIR (Figura 1C) revelou modos vibracionais característicos do biopolímero funcionalizado com grupos oxigenados, com destaque para a banda alargada em 3300 cm^{-1} - alongamento e flexão dos grupos O-H; picos em 2900 cm^{-1} - estiramento das ligações C-H; $1600\text{-}1750\text{ cm}^{-1}$ - estiramento do grupo C=O; $1370\text{-}1050\text{ cm}^{-1}$ - vibrações de ligações C-O; 890 cm^{-1} - vibrações das ligações glicosídicas (LEI *et al.*, 2018). Para o nanocompósito celulose- $\text{Ce}_2(\text{MoO}_4)_3$, o perfil espectral foi similar, exceto pelo surgimento dos picos em $870\text{-}634\text{ cm}^{-1}$, associados às vibrações de estiramento da ligação Mo-O (LIU *et al.*, 2022).

Figura 1 – Resultados de (A) MEV, e (B) espectroscopia Raman para o $\text{Ce}_2(\text{MoO}_4)_3$ e (C) FTIR para a nanocelulose



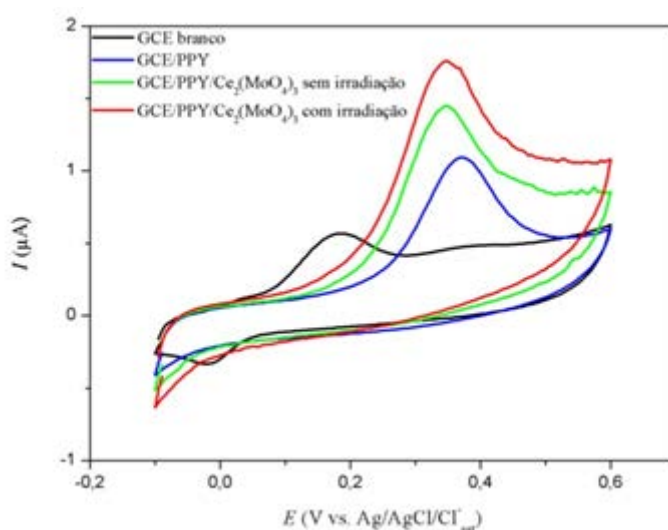
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

3.2 Reatividade (foto)eletroquímica do nanocompósito para o estrogênio

O caráter funcional do nanocompósito foi testado a partir da reação redox do DES ($5,0\text{ }\mu\text{mol L}^{-1}$), usando voltametria cíclica como técnica assistiva e tampão BR (pH = 10) como eletrólito, na presença e ausência de luz. Os voltamogramas cíclicos do DES nos diferentes sistemas estudados estão apresentados na Figura 2. Na maioria dos casos, observou-se um pico anódico relacionado à oxidação das hidroxilas dos grupos fenol contidos na estrutura do estrogênio (ARAGÃO *et al.*, 2017). No caso do GCE, dois processos anódicos de diferentes intensidades e um catódico também foram observados, indicando

mudanças no mecanismo reacional após a modificação do dispositivo. Novos estudos estão sendo conduzidos para compreender de forma mais detalhada os possíveis eventos redox ocorridos na interface eletrodo/solução. A influência positiva da modificação com PPY fica perceptível pelo aumento expressivo da corrente de pico (5,86 μA ; $E_p = 0,37\text{ V}$) em comparação ao registrado com o GCE não-modificado (2,51 μA ; $E_p = 0,18\text{ V}$). A presença desse polímero também foi essencial para garantir uma melhor aderência do compósito celulose- $\text{Ce}_2(\text{MoO}_4)_3$ na superfície do suporte eletrodico. O sinal analítico tornou-se ainda mais saliente na presença do compósito, especialmente quando irradiado (7,80 μA ; $E_p = 0,34\text{ V}$), devido à rápida formação de pares elétron/lacuna na estrutura molibdato fotoativo (SENA *et al.*, 2017). Esses resultados indicam que o compósito de trabalho possui alta reatividade para a oxidação do estrogênio em meio alcalino, podendo ser usado como interface fotoeletroquímica funcional para a análise de DES em amostras de interesse.

Figura 2 - Voltamogramas cíclicos obtidos para DES ($1,0 \times 10^{-3}\text{ mol L}^{-1}$) a 50 mV s^{-1} , usando diferentes sensores e tampão BR ($\text{pH} = 10$), na presença e ausência de irradiação



3.3 Influência do pH e velocidade de varredura sobre a reatividade do estrogênio

Os grupos fenol contidos na estrutura do estrogênio atribuem um caráter prótondependente à molécula e, por isso, a variação do pH (2 - 12) foi testada para

averiguar a condição ideal para a utilização da plataforma celulose-Ce₂(MoO₄)₃/PPY/GCE como um possível sensor fotoeletroquímico para a análise de DES. Dados obtidos por voltametria cíclica, usando uma velocidade de varredura de 50 mV s⁻¹, indicaram que houve um aumento não-linear das correntes de pico e deslocamento dos potenciais de pico para valores menos positivos à medida em que o eletrólito tornou-se mais alcalino, sugerindo maior reatividade do estrogênio nessa condição. Em pH = 10, observou um valor de corrente mais elevado ($I_p \sim 6,00 \mu\text{A}$), além da oxidação ocorrer em um potencial mais distante da reação de evolução de oxigênio ($E_p = 0,37 \text{ V}$), garantindo maior estabilidade e integridade da plataforma de trabalho (SOUSA *et al.*, 2022).

Quanto à velocidade de varredura (10 a 300 mV s⁻¹), houve aumento gradativo e não-linear dos valores de corrente de pico, paralelo ao deslocamento de potenciais para valores mais positivos, sugerindo que o transporte de massa na interface eletrodo/solução tem uma cinética limitada por difusão (BARD; FAULKNER, 2001). Os critérios de diagnóstico da voltametria cíclica também indicam que o comportamento eletroquímico observado para o DES é típico de reações redox irreversíveis, possivelmente decorrentes da conversão de grupos hidroxila em derivados carboxílicos (BEZERRA *et al.* 2021). Percebeu-se também que em velocidades de varredura $\geq 100 \text{ mV s}^{-1}$, houve aumento do ruído no sinal analítico, indicando que medidas de polarização mais rápidas podem prejudicar a resolução do sinal e a precisão dos ensaios com DES.

O conjunto dos resultados apresentados anteriormente comprovam o grande potencial que o nanocompósito de celulose-Ce₂(MoO₄)₃ apresenta como um material funcional para o desenvolvimento de sensores fotoeletroquímicos para o DES. Mais estudos estão sendo feitos para aprimorar a plataforma de trabalho proposta (celuloseCe₂(MoO₄)₃/PPY/GCE) e otimizar métodos analíticos para futuras aplicações em matrizes ambientais supostamente impactadas com este poluente emergente.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O nanocompósito celulose-Ce₂(MoO₄)₃ apresenta atividade fotoeletroquímica superior ao molibdato isolado, pois a presença do biopolímero reduz a atração eletrostática e evita a aglomeração dos cristais. A dispersão

desse material em PPY garante uma melhor condutividade, aderência e estabilidade do filme formado em GCE. As técnicas físicoquímica mostraram êxito na obtenção do molibdato, porém suas propriedades são melhoradas na forma de compósito com a nanocelulose. A plataforma resultante, definida como celulose-Ce₂(MoO₄)₃/PPY/GCE, apresentou desempenho analítico satisfatório para estudar a oxidação de DES em meio alcalino, auxiliando no desenvolvimento de métodos capazes de monitorá-lo em matrizes supostamente impactadas.

AGRADECIMENTOS

À UFCA e ao CNPq pelo incentivo e apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, Janmille; RIBEIRO, Francisco; PORTELA, Rafael; SANTOS, Vanessa; SOUSA, Camila; BECKER, Helena; CORREIA, Adriana; DE LIMA-NETO, Pedro. Electrochemical determination diethylstilbestrol by a multiwalled carbon nanotube/cobalt phthalocyanine film electrode. **Sensors Actuators B Chem**, [s. l.], v. 239, p. 933-942, 2017.

BEZERRA, Ana; SANTOS, André; COUTINHO, Vanessa; FILHO, Ernani; SOARES, João; CASTRO, Suely; OLIVEIRA, Thiago. Theoretical and experimental findings regarding the electroanalysis of dienestrol in natural waters using a silver nanoparticles/single-walled carbon nanotubes-based amperometric sensor. **Journal of Electroanalytical Chemistry**, [s. l.], v. 880, 2021.

LIU, Xiao-Yi, LI, Xiu-Ping, ZHAO, Rong-Xiang. Ce₂(MoO₄)₃ as an efficient catalyst for aerobic oxidative desulfurization of fuels. **Petroleum Science**, [s. l.], v. 19, p. 861-869, 2022.

MOURA, João; SOUZA, Amison; FREIRE, Paulo; LIMA, Cleanio; OLIVEIRA, Thiago. Blue-light-excited NaCe(MoO₄)₂ microcrystals for photoelectrochemical water splitting. **Int J Appl Ceram Technol**, [s. l.], v. 18, p. 615-621, 2021.

SENA, Michael; SILVA, Maitê; SANTOS, Andarair; MORIYAMA, André; SOUZA, Carlson. Synthesis and Characterization of Cerium Molybdate Semiconductor Nanoparticles. **Materials Research**, [s. l.], v. 20, p. 485-491, 2017.

SOUZA, Matheus; SANTOS, Jaqueline. CeO₂ Nanostructured electrochemical sensor for the simultaneous recognition of diethylstilbestrol and 17β-estradiol hormones. **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 805, p. 1-11, 2022.

DESEMPENHO GERMINATIVO DE ACESSOS DE FEIJÃO-FAVA (*PHASEOLUS LUNATUS* L.) ARMAZENADOS EM BANCO DE GERMOPLASMA

José Alex Ferreira Rodrigues¹

Isadora Êdua da Silva Lima²

Marina Matias Ursulino³

1 INTRODUÇÃO

A fava também conhecida por feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.), é a segunda espécie mais importante do gênero *Phaseolus* e uma das cinco desse gênero com maior potencial de fornecimento de proteína vegetal, sendo também exploradas comercialmente em todo o mundo, é uma espécie subtropical que foi domesticada na América do Sul e/ou Central (SILVA, 2019). A fava é considerada uma espécie de fácil adaptação às diferentes condições climáticas, apresenta um excelente potencial de produção e uma grande diversidade genética (CAVALHEIRO, 2012).

Trabalhos que permitam observar a divergência genética de espécies vegetais de acordo com a qualidade fisiológica das sementes, são muito importantes para o processo do melhoramento, uma vez que, eles permitem avaliar, e diferenciar genótipos de acordo com este atributo agrônômico, podendo utilizá-los como progenitores em futuros cruzamentos, proporcionando assim, a segregação, recombinação e transferência do elevado potencial fisiológico das sementes às futuras gerações (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

O sucesso da produção do feijão-fava pode ser conseguido através da utilização de sementes com o vigor elevado, caráter este que garante um

¹ Filiação: UFCA. E-mail: jose.alex@aluno.ufca.edu.br. Financiamento: UFCA

² Filiação: UFCA. E-mail: isadora.edua@aluno.ufca.edu.br. Financiamento: UFCA

³ Filiação: UFCA. E-mail: marina.matias@ufca.edu.br. Financiamento: UFCA

desempenho superior quando estas forem semeadas e submetidas às condições de campo (GAMA, 2020).

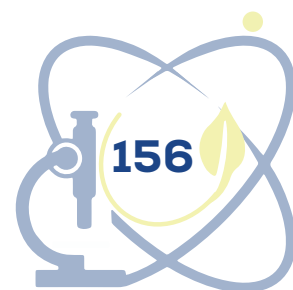
Sendo assim, submeter cultivares aos testes de germinação como parâmetro de avaliação do vigor são fundamentais na observação da capacidade das sementes em produzir plântulas normais (MATSUO *et al.*, 2008). Estes testes também permitem discriminar e avaliar as relações genéticas para os caracteres relacionados à qualidade fisiológica dando suporte a estratégias de seleção e melhoria na obtenção de variedades com elevada capacidade germinativa (CARDOSO *et al.*, 2009).

Levando em consideração a importância do uso de sementes com elevado vigor no melhoramento vegetal, o presente trabalho teve como objetivo fazer a avaliação e seleção de cultivares de feijão-fava com a capacidade germinativa elevada.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no laboratório de Biologia da Universidade Federal do Cariri (UFCA), campus Crato, com duração de 28 dias, entre os meses de outubro e novembro de 2021. As sementes foram armazenadas em câmara fria com temperatura ajustada para manter a qualidade e vitalidade das sementes. Para a condução do experimento, foram selecionados 10 acessos de feijão-fava do Banco de Germoplasma do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade da UFCA.

Teste de germinação: Foi conduzido em germinador do tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.), regulado na temperatura de 25°C. Foram utilizadas 100 sementes tratadas previamente com fungicida Cercobin® 700 wg, logo em seguida as amostras foram divididas em quatro repetições de 25 sementes e distribuídas sobre duas folhas de papel tipo Germitest® umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco e, posteriormente foram cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolo. Para evitar as perdas de água por evaporação, os rolos foram colocados em sacos plásticos, sendo as contagens realizadas diariamente do terceiro dia até o vigésimo oitavo dia da instalação do teste (onde a contagem do número



de plântulas emersas encontrava-se estabilizadas), cujo o critério utilizado foi de plântulas normais e os resultados obtidos foram expressos em porcentagem.

Primeira contagem: Realizada conjuntamente com o teste de germinação, consistiu do registro das porcentagens de plântulas normais verificadas na primeira contagem do teste de germinação, efetuada no quarto dia após a semeadura, seguindo as indicações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

Índice de velocidade de germinação: O índice de velocidade de germinação foi determinado mediante contagens diárias do número de sementes germinadas, no mesmo horário, dos 3 aos 28 dias após a semeadura, cujo índice foi calculado de acordo com a fórmula proposta por MAGUIRE (1962).

Análise estatística: O delineamento experimental e análise estatística foram realizados, segundo o delineamento experimental inteiramente ao acaso, em quatro repetições. Os dados, não transformados, foram submetidos à análise de variância e para a comparação das médias, adotou-se o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao observarmos a tabela 1, podemos constatar que os dados de primeira contagem se mostraram mais sensíveis, detectando-se diferenças estatísticas pelo teste de médias realizado. Além disto, nota-se que a temperatura de 25°C possibilitou um ótimo desempenho de primeira contagem, com resultados acima de 70. Podemos observar também que os acessos BGH FV – 19, BGH FV – 68 e BGH FV – 39a foram aqueles que apresentaram desempenhos reduzidos quando comparados com os demais acessos. Com relação a avaliação do vigor, a observação dos dados de primeira contagem é extremamente importante, uma vez que, as sementes que germinam mais rápido são consideradas mais vigorosas, possibilitando assim diferenciar lotes de sementes de acordo com este padrão.

Assim como, no presente estudo, este tipo de teste de vigor também foi fundamental na separação de sementes de cultivares crioulas de milho, feijão e fava (SANTOS *et al.*, 2021; PEREIRA *et al.*, 2020; SANTOS *et al.*, 2015).

Tabela 1 - Primeira contagem de germinação (PCG), porcentagem de germinação (G%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Phaseolus lunatus* L. como parâmetro de avaliação da qualidade fisiológica

Acessos	PCG	G%	IVG
BGH FV - 19	77b	100a	4,545a
BGH FV - 68	82b	100a	4,527a
BGH FV - 52	98a	100a	4,527a
BGH FV - 13	98a	100a	4,585a
BGH FV - 73a	98a	100a	4,612a
BGH FV - 90	88a	100a	4,582a
BGH FV - 39a	78b	100a	4,592a
BGH FV - 89	92a	100a	4,582a
BGH FV - 38	91a	100a	4,565a
BGH FV - 11	94a	100a	4,485a

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott

Ao avaliarmos a germinação e o índice de velocidade de germinação notamos que as sementes de todos os acessos estudados apresentam uma elevada qualidade fisiológica, onde verificou-se que a temperatura de 25°C possibilitou um ótimo resultado, chegando a 100% de germinação e um IVG acima de 4,0 em todas as cultivares (Tabela 1).

A maior limitação do teste de germinação e IVG como avaliação do parâmetro de vigor, segundo Hampton e Tekrony (1995) é sua inabilidade para detectar diferenças de potencial fisiológico entre lotes de sementes com alta germinação, indicando a necessidade de complementação dessa informação com os resultados de outros parâmetros a exemplo dos dados de primeira contagem.

4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, os acessos BGH FV – 19, BGH FV – 68 e BGH FV - 39a por terem germinado mais tardiamente segundo os dados de primeira contagem, podem ser considerados os menos vigorosos.

Já com relação ao potencial germinativo nota-se que todos os acessos avaliados de *Phaseolus lunatus* L. são promissores ao seu uso em programas de melhoramento, por apresentam um elevado potencial quando submetidas à temperatura de 25°C.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, D. L.; SILVA, R. F. D.; PEREIRA, M. G.; VIANA, A. P.; ARAÚJO, E. F. Diversidade genética e parâmetros genéticos relacionados à qualidade fisiológica de sementes em germoplasma de mamoeiro. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 5, p. 572-579, 2009.

CAVALHEIRO, V. B. D. **Caracterização de genótipos de feijão-lima (*Phaseolus lunatus* L.) na região de Pelotas-Rio Grande do Sul**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, 2012.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2003. v. 2, 585 p.

GAMA, A. T. **Desempenho agrônômico, divergência genética, fenotipagem de alta eficiência e qualidade de sementes de variedades crioulas de feijão-fava cultivadas no Semiárido Norte Mineiro**. 2020. 87 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Montes Claros, 2020.

HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D.M. Accelerated aging test. *In: Handbook of vigour tests methods*. Zürich: International Seed Testing Association, 1995. p. 1-10.

MATSUO, E.; SEDIYAMA, T.; BARROS, H. B.; CRUZ, C. D.; ODA, M. C.; TEIXEIRA, R. C. Análise da estabilidade e previsibilidade da qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em Cristalina, Goiás. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 191-196, 2008.

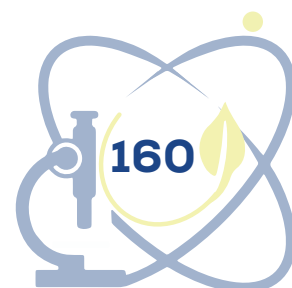
PEREIRA, A. P. **Caracterização de sementes crioulas do alto sertão sergipano**. 2020. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Federal de Sergipe, Nossa Senhora da Glória, SE, 2020.

SANTOS, C. M.; NUNES, B. M.; GASTL FILHO, J.; SILVA, A. A. Physiological

quality of native seeds of corn and beans from small farmers in Ituiutaba-MG. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 13, p. 1-15, 2021.

SANTOS, J. A. **Avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes de milho adubado com resíduos avícolas**. 2015. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2015.

SILVA, J. D. L. **Diversidade, estrutura e erosão genética do feijão-fava (*Phaseolus Lunatus*) no Nordeste do Brasil**. 2020. 124 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Agronomia Agricultura Tropical, Teresina, PI, 2019.



ISOLAMENTO DE BACTÉRIAS FORMADORAS DE ENDÓSPORO DO RIZOPLANO DE BANANEIRA E ANTAGONISMO A *FUSARIUM OXYSPORUM F. SP. CUBENSE*, AGENTE CAUSAL DO MAL DO PANAMÁ

Fabiola de Sousa Luna¹
Charem Jordânia Gomes Cruz²
Ana Paula Oliveira de Barros³
Kamila Câmara Correia⁴
Sami Jorge Michereff⁵

1 INTRODUÇÃO

A bananeira (*Musa spp.*) é cultivada em todos os estados brasileiros e tem grande importância social e econômica pelo importante papel que desempenha na fixação do homem no campo brasileira (AMARO; FAGUNDES, 2016). No entanto, a produção de banana é severamente afetada por várias doenças, dentre as quais se destaca o mal do Panamá, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* (FOC) (CORDEIRO; MATOS; HADDAD, 2016).

O manejo do mal do Panamá é muito difícil e o controle biológico é considerado uma alternativa para reduzir os danos causados pela doença (BUBICI *et al.*, 2019). As bactérias associadas à rizosfera e ao rizoplane têm se revelado como importantes agentes de biocontrole de fitopatógenos habitantes do solo, com destaque para as bactérias Grampositivas formadoras de endósporos (FIRA *et al.*, 2018; MELO *et al.*, 2021).

¹ Universidade Federal do Cariri, fabiola.luna@aluno.ufca.edu.br, Bolsista IC/FUNCAP.

² Universidade Federal do Cariri, gomes.cruz@aluno.ufca.edu.br, Bolsista PIBIC/CNPq.

³ Universidade Federal Rural de Pernambuco, paulaoliveirabarros@yahoo.com.br. Bolsista PNPD/CAPES.

⁴ Universidade Federal do Cariri, kamila.correia@ufca.edu.br, Bolsista BPI/FUNCAP.

⁵ Universidade Federal do Cariri, sami.michereff@ufca.edu.br, Bolsista de Produtividade/CNPq.

O objetivo deste trabalho foi isolar bactérias formadoras de endósporo do rizoplano de bananeira e avaliar o antagonismo a FOC.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A produção de banana constitui parte importante da renda dos pequenos produtores e da alimentação das mais diversas camadas da população brasileira (AMARO; FAGUNDES, 2016). Em 2020, no Brasil foram cultivados 456,9 mil hectares com bananeira e produzido 6,6 milhões de toneladas de frutos. A região Nordeste é a maior produtora de banana no país, com destaque para os estados da Bahia (785,1 mil toneladas), Pernambuco (481,9 mil toneladas) e Ceará (431,0 mil toneladas) (IBGE, 2022b).

São cultivados cerca de 2,8 mil hectares com bananeira no Cariri cearense, onde a cadeia produtiva da banana gera um elevado número de empregos e desenvolvimento (CAMPOS; ALMEIDA; LIMA, 2020). Em 2020, foram colhidas mais de 75,2 mil toneladas de banana na região, principalmente no município de Missão Velha, classificado como oitavo maior produtor brasileiro de banana (IBGE, 2022a). Apesar da produção expressiva de banana nesse município, a produtividade média de 9,3 t/ha (CAMPOS; ALMEIDA; LIMA, 2020) se situa abaixo da média nacional e do estado do Ceará, sendo quase 1/3 da média de produtividade do estado mais produtivo (IBGE, 2022b).

O potencial produtivo da bananeira no Cariri cearense é indiscutível, mas a baixa produtividade reflete fatores adversos, com destaque para a ocorrência do mal do Panamá (NASCIMENTO, 2022).

A doença é economicamente importante por afetar diferentes cultivares de bananeira, podendo causar até 100% de perda da produção. Como sintomas externos da doença, as plantas apresentam amarelecimento progressivo das folhas mais velhas para as mais novas, iniciando nos bordos do limbo e com evolução no sentido da nervura principal. Posteriormente, as folhas murcham, secam e se quebram junto ao pseudocaule. Internamente, o corte transversal ou longitudinal do pseudocaule permite a observação de uma descoloração pardo-avermelhada provocada pela presença do patógeno nos vasos (CORDEIRO; MATOS; HADDAD, 2016).

As medidas preconizadas para o controle do mal do Panamá muitas vezes tornam-se inviáveis ou inefetivas devido à elevada capacidade de sobrevivência de FOC no solo, mesmo na ausência da planta hospedeira (CORDEIRO; MATOS; HADDAD, 2016). Até o momento, não existem produtos registrados no Brasil para o controle dessa doença (MAPA, 2022). Essa situação tem despertado grande interesse em métodos alternativos de controle da doença, com destaque para o controle biológico (BUBICI *et al.*, 2019).

A introdução de microrganismos adaptados ao micro-habitat do patógeno é um dos aspectos mais relevantes para o sucesso de um programa de controle biológico de doenças de plantas. Neste contexto, microrganismos da rizosfera podem propiciar uma linha de frente contra o ataque de patógenos radiculares e são ideais como agentes de biocontrole (O'BRIEN, 2017; ELNAHAL, *et al.*, 2022).

3 METODOLOGIA

O isolamento de bactérias formadoras de endósporo do rizoplano de bananeira foi realizado de plantas sem sintomas de mal do Panamá, localizadas em área no município de Missão Velha (CE) com mais de 25 anos de cultivo dessa fruteira e sem a constatação da doença nesse período. Foram coletadas raízes contendo solo aderente e posteriormente amostras de raízes secundárias foram cortadas em segmentos de 3 mm, sendo retirada uma alíquota de 0,5 g. A alíquota de raiz foi colocada em tubo de ensaio contendo 4,5 mL de solução salina a 0,85% (MARIANO *et al.*, 2016a). Os tubos foram submetidos à agitação em banho ultrassom e depois efetuadas diluições em série (até 10⁻⁵) da suspensão resultante. As diluições de 10⁻⁴ e 10⁻⁵ foram agitadas mecanicamente e depois submetidas a banhomaria de 80°C por 20 minutos, visando o isolamento seletivo de bactérias formadoras de endósporo (SNEATH, 1986). Em seguida, as suspensões de cada diluição foram distribuídas no centro de placas de Petri contendo meio de cultura ágar nutritivo (AN) (TUIITE, 1969) e espalhadas com alça de Drigalski. Após 24 horas de incubação à temperatura de laboratório (25°C), as colônias bacterianas com aspecto seco foram repicadas pelo método de estrias para o meio NA, até a obtenção de colônias isoladas puras. Os isolados bacterianos foram preservados em tubos criogênicos contendo água destilada esterilizada e armazenados à temperatura de laboratório.

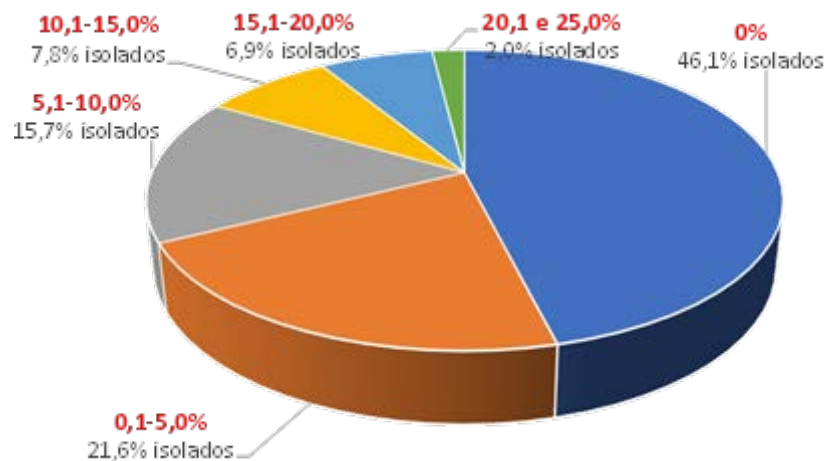
O antagonismo das bactérias a FOC foi avaliado em placas de Petri pelo método da cultura pareada (MARIANO *et al.*, 2016b). Dois discos com 5 mm de diâmetro, removidos de colônia de um isolado do fungo (CFC-1207) com 10 dias de idade, foram transferidos para pontos equidistantes de 70 mm em placa de Petri contendo o meio de cultura batata-dextroseágar (BDA) (TUIITE, 1969). Em seguida, as bactérias foram semeadas como uma risca central entre os dois discos, exceto na testemunha. Foram utilizadas três placas por isolado bacteriano, mais três placas da testemunha. As placas foram incubadas a 25°C no escuro, em incubadora tipo BOD. A avaliação foi realizada após 10 dias, pela medição do crescimento linear da colônia de FOC. Com os resultados, foi calculada a porcentagem de inibição do crescimento micelial (ICM) em relação à testemunha (sem a presença dos isolados bacterianos). Frequências de isolados em seis intervalos de antagonismo foram calculadas e confeccionado um gráfico representando esses resultados.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foram obtidos 102 isolados de bactérias formadoras de endósporo do rizoplano de bananeira. Esses resultados indicam a abundância de bactérias formadoras de endósporo colonizando o rizoplano de plantas de bananeira. Em nível mundial, bactérias Grampositivas formadoras de endósporos do gênero *Bacillus* têm se destacado como importantes antagonistas a fitopatógenos habitantes do solo e como agentes de biocontrole de doenças radiculares (O'BRIEN, 2017; FIRA *et al.*, 2018; MELO *et al.*, 2021; ELNAHAL *et al.*, 2022). Dentre as características pelas quais esse gênero se destaca, a mais importante do ponto de vista biotecnológico é o seu metabolismo secundário variado e sua capacidade de produzir uma grande diversidade de substâncias antagônicas distintas estruturalmente (FIRA *et al.*, 2018).

Quando o antagonismo desses isolados foi avaliado pelo método da cultura pareada, 47 isolados (46,1%) não inibiram o crescimento micelial de FOC, enquanto 22 isolados (21,6%) inibiram entre 0,1 e 5,0%, 16 isolados (15,7%) inibiram entre 5,1 e 10,0%, oito isolados (7,8%) inibiram entre 10,1 e 15,0%, sete isolados (6,9%) inibiram entre 15,1 e 20,0% e somente dois isolados (2,0%) inibiram entre 20,1 e 25,0% (FIGURA 1).

Figura 1 – Intervalos de inibição do crescimento micelial de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* induzidos por bactérias formadoras de endósporo do rizoplano de bananeira



Fonte: Os autores (2022).

Os níveis de antagonismo constatados foram baixos (máximo 25%), evidenciando que os isolados bacterianos foram pouco eficazes para reduzir o crescimento micelial de FOC. O método de avaliação do antagonismo utilizado nesse estudo se baseia no mecanismo de antibiose, pela produção de metabólitos extracelulares com atividade antifúngica. No entanto, outros métodos podem ser utilizados para avaliação do antagonismo baseados em diferentes mecanismos de ação (MARIANO *et al.*, 2016b).

5 CONCLUSÕES

Houve dificuldade na obtenção de bactérias formadoras de endósporo do rizoplano de bananeira com elevados níveis de antagonismo a FOC em meio de cultura.

Apesar da quantidade reduzida de bactérias isoladas que inibiram o crescimento micelial de FOC em até 25%, esse resultado é positivo e poderá ser aumentado com a melhor compreensão da interação bactéria-fungo.

Há necessidade da continuidade dos estudos considerando a análise de outros mecanismos de antagonismo, além da antibiose.

REFERÊNCIAS

AMARO, A. A.; FAGUNDES, P. R. S. Aspectos econômicos e comercialização. In: FERREIRA, C. F. et al. (ed.). **O agronegócio da banana**. Brasília: Embrapa, 2016. p. 728-752.

BUBICI, G. et al. Biological control agents against Fusarium wilt of banana. **Frontiers in Microbiology**, Basel, v. 10, e616, 2019. DOI: 10.3389/fmicb.2019.00616. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2019.00616/full>. Acesso em: 16 ago. 2022.

CAMPOS, K. C.; ALMEIDA, M. R. D.; LIMA, C. F. Análise de risco da produção de banana no município de Missão Velha – Ceará. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 13, n. 4, p. 1281-1300, 2020.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; HADDAD, F. Doenças fúngicas e bacterianas. In: FERREIRA, C. F. et al. (ed.). **O agronegócio da banana**. Brasília: Embrapa, 2016. p. 545-575.

ELNAHAL, A. S. M. et al. The use of microbial inoculants for biological control, plant growth promotion, and sustainable agriculture: A review. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 162, n. 4, p. 759-792, 2022.

FIRA, D. et al. Biological control of plant pathogens by *Bacillus* species. **Journal of Biotechnology**, Amsterdam, v. 10, n. 285, p. 44-55, 2018.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa>. Acesso em: 15 ago. 2022.

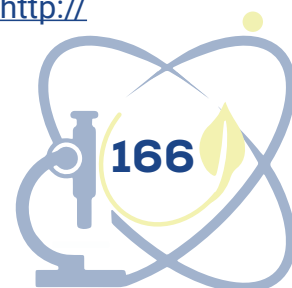
IBGE. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producaoagricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados>. Acesso em: 15 ago. 2022.

MAPA. **Agrofit**: Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2022. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 15 ago. 2022.

MARIANO, R. L. R. et al. Isolamento de bactérias para testes de antagonismo. In: MARIANO, R. L. R.; SOUZA, E. B. (eds.). **Manual de práticas em fitobacteriologia**. 3. ed. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2016a. p. 139-146.

MARIANO, R. L. R. et al. Antagonismo de bactérias a fitopatógenos. In: MARIANO, R. L. R.; SOUZA, E. B. (eds.). **Manual de práticas em fitobacteriologia**. 3. ed. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2016b. p. 147-154.

MELO, T. A.; NASCIMENTO, I. T. V. S.; SERRA, I. M. R. S. O gênero *Bacillus* aplicado ao controle biológico de doenças de plantas. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 10, n. 9, e18110917817, 2021. Disponível em: <http://>



dx.doi.org/10.33448/rsdv10i9.17817. Acesso em: 16 ago. 2022.

NASCIMENTO, A. B. **Conhecimentos, percepções e práticas dos pequenos produtores de banana de Missão Velha (estado do Ceará) em relação às doenças da bananeira**. 2022. 66 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Cariri (UFCA), Crato, 2022.

O'BRIEN, P. A. Biological control of plant diseases. **Australasian Plant Pathology**, Camberra, v. 46, n. 3, p. 293-304, 2017.

SNEATH, P. H. Endospore-forming gram-positive rods and cocci. *In*: SNEATH, P. H. *et al.* (eds.). **Bergey's manual of systematic bacteriology**. Baltimore: Williams & Wickins, 1986. v. 2, p. 1104-1207.

TUITE, J. **Plant pathological methods: fungi and bacteria**. Minneapolis: Burgess, 1969. 239 p.

ATIVIDADE SAPROFÍTICA DE *RHIZOCTONIA* EM SOLOS CULTIVADOS COM COENTRO E POTENCIAL PATOGÊNICO DOS ISOLADOS

Layla Victória da Silva Sousa
Charem Jordânia Gomes Cruz
Rizelle de Oliveira Barros
Jadson Araújo da Silva
Ana Paula Oliveira de Barros
Sami Jorge Michereff
Kamila Câmara Correia

1 INTRODUÇÃO

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma hortaliça amplamente consumida no Brasil como condimento, principalmente nas regiões Nordeste e Norte. O coentro é acometido por algumas doenças, dentre as quais o tombamento de plântulas. Essa doença é causada principalmente pelo fungo *Rhizoctonia* (REIS; LOPES, 2016), que pode sobreviver no solo por longos períodos sem plantas hospedeiras e na ausência de condições favoráveis, quase exclusivamente na forma de micélio ativo e escleródios, sendo essa estratégia denominada colonização saprofítica (AGARWAL, 2010). Na natureza, a fase saprofítica de *Rhizoctonia* é seguida por uma fase patogênica (YULIANTI; SIVASITHAMPARAM; TURNER, 2006). Portanto, a quantificação da atividade saprofítica desse fungo no solo pode constituir uma importante ferramenta na análise do risco de epidemias das doenças nas plantas cultivadas.

O objetivo deste trabalho foi quantificar a atividade saprofítica de *Rhizoctonia* em solos cultivados com coentro na Região Metropolitana do Cariri cearense e avaliar o potencial patogênico dos isolados em diferentes hortaliças.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O coentro é uma hortaliça folhosa aromática da família Apiaceae, cultivada comercialmente em um ciclo de 40 a 55 dias (REIS; LOPES, 2016). Devido às características de cultivo, como plantios escalonados e intensivos numa mesma área, sem pousio ou rotação de culturas, com a presença constante de fontes de inóculo dos patógenos, assim como a manutenção de elevada umidade nos canteiros, o cultivo do coentro é suscetível a patógenos causadores de doenças foliares e radiculares, as quais são responsáveis por reduções na produtividade, além do aumento dos custos de produção (NORONHA; ASSUNÇÃO, 2015).

O tombamento de plântulas é considerada a doença mais importante do coentro no Nordeste brasileiro (NORONHA; ASSUNÇÃO, 2015). Os principais sintomas são redução da emergência de plântulas decorrente de podridões de sementes e dos tecidos tenros da plântula antes da emergência (tombamento de pré-emergência) e lesões na região do colo resultando em tombamento e morte da plântula após a emergência (tombamento de pós-emergência) (REIS; LOPES, 2016).

O controle de *Rhizoctonia* é muito difícil devido à elevada agressividade do patógeno, transmissibilidade pelas sementes e alta capacidade de sobrevivência no solo mesmo na ausência da planta hospedeira (AGARWAL, 2010). Essa estratégia de sobrevivência é denominada colonização saprofítica e pode ocorrer pela colonização da matéria orgânica em decomposição, por propágulos produzidos sexuada ou assexuadamente, pela colonização de plantas voluntárias e suscetíveis ao patógeno, ou pela colonização da planta sem induzir o aparecimento de sintomas nas mesmas (GARRETT, 1956).

A quantificação da atividade saprofítica de *Rhizoctonia* no solo pode ser realizada por diversos métodos, mas a utilização de iscas tem propiciado resultados excelentes (LUZ *et al.*, 2022). Como a fase saprofítica de *Rhizoctonia* é seguida por uma fase patogênica (YULIANTI; SIVASITHAMPARAM; TURNER, 2006), os propágulos detectados no solo através de iscas podem ser responsáveis por elevados índices de severidade da doença (SPURLOCK; ROTHROCK; MONFORT, 2015). Portanto, a atividade saprofítica no solo pode servir como indicadora de riscos de epidemias causadas por *Rhizoctonia* (SNEH *et al.*, 1966).

Até o momento, inexistem estudos sobre a atividade saprofítica de *Rhizoctonia* em solos cultivados com coentro e o potencial patogênico de isolados associados à essa atividade.

3 METODOLOGIA

A atividade saprofítica de *Rhizoctonia* no solo foi avaliada em 25 áreas de cultivo de coentro na região do Cariri cearense, incluindo os municípios de Barbalha (BAR; 6 áreas), Crato (CRA; 5 áreas), Farias Brito (FBR; 4 áreas), Jardim (JAR; 4 áreas), Juazeiro do Norte (JZN; 5 áreas) e Porteiras (POR; 1 área). Em cada área foram coletadas cinco amostras de 300 g de solo a uma profundidade de até 10 cm. Essas amostras foram misturadas para constituir uma amostra composta de 1,5 kg.

Na determinação da atividade saprofítica de *Rhizoctonia* foram utilizadas iscas constituídas de segmentos de palito de dente com 1 cm de comprimento, previamente autoclavados. As amostras de solo foram peneiradas em uma malha de 4 mm e distribuídas em placas de Petri (9 cm de diâmetro) esterilizadas. Em cada placa foram depositados 10 segmentos de palito de dente e incorporados no solo à profundidade de 0,5 cm. Em seguida, o solo foi umedecido com 5 mL de água destilada esterilizada. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 25 tratamentos (amostras de solos) e quatro repetições, sendo cada repetição representada por uma placa de Petri contendo o solo. Após 24 horas de incubação a 25°C no escuro, os segmentos de palito de dente foram recuperados pela passagem do solo e lavados em água destilada esterilizada. Após secagem por 30 minutos em papel de filtro esterilizado, cinco segmentos de palito de dente foram transferidos para cada placa de Petri contendo o meio seletivo para *Rhizoctonia*, constituído do meio batatadextrose-ágar (BDA), suplementado com sulfato de estreptomicina (0,05 g) e cloranfenicol (0,05 g), e os fungicidas benomil (Benlate 500; 0,2 mg) e prochloraz (Sportak 450 CE, 0,005 mL). Decorridas 24 horas de incubação a 25°C no escuro, foi efetuada a contagem do número de segmentos de palito de dente que proporcionaram o crescimento de *Rhizoctonia* no meio de cultura, sendo calculada a porcentagem de colonização saprofítica (CLS). Adicionalmente, foram efetuadas preparações microscópicas em lâminas de vidro dos crescimentos fúngicos no meio de cultura originados das iscas, para observação das características morfológicas e confirmação da ocorrência de *Rhizoctonia*, conforme a descrição do gênero. Os dados de CLS foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo as médias das áreas agrupadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade ($P=0,05$).

Isolados de *Rhizoctonia* foram obtidos a partir dos crescimentos originados das iscas de palito de dente, pela transferência de pequenos fragmentos do crescimento micelial para meio BDA suplementado com sulfato de estreptomicina (0,05 g). Os isolados foram purificados e preservados em tubos criogênicos contendo água destilada esterilizada e armazenados à temperatura de laboratório (@25°C).

O potencial patogênico dos isolados de *Rhizoctonia* foi avaliado pela inoculação de sementes de beterraba (cv. Maravilha), brócolis (cv. Piracicaba Precoce), coentro (cv. Verdão) e pepino (cv. Comprido), utilizando discos (5 mm de diâmetro) de culturas previamente crescidas em meio BDA por 7 dias a 25°C no escuro. Foi utilizada uma amostra de solo coletada na cidade do Crato em área classificada como Neossolo Litólico e textura argilo arenosa. Esse solo foi misturado com esterco bovino curtido (4:1, v/v) e distribuído em vasos plásticos (1 kg de capacidade). Em cada vaso foram depositadas 10 sementes em covas à profundidade de 2 cm, seguido pela colocação de um disco de cultura de *Rhizoctonia* sobre a semente e depois efetuada a cobertura da mesma com a mistura de solo e esterco. Na testemunha foi efetuada a colocação de disco de BDA não colonizado por *Rhizoctonia*.

Os hospedeiros foram avaliados separadamente e para cada um o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada repetição constituída por um vaso com 10 covas de plantio. Os vasos foram mantidos em casa de vegetação (@27 °C) e aos 10 dias após a inoculação foram avaliados em relação à porcentagem de emergência de plântulas (PEP) e porcentagem de plântulas com tombamento em pós-emergência (PPT). Os dados de PEP e PPT de cada hospedeiro foram submetidos à ANOVA e as médias dos isolados agrupadas pelo teste de Scott-Knott (P=0,05).

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foi detectada atividade saprofítica de *Rhizoctonia* no solo de todas as áreas de cultivo de coentro amostradas no Cariri cearense, com níveis de colonização saprofítica (CLS) variando de 7,5% a 95,0%. Houve diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre as áreas em relação aos valores de CLS. Pelo teste de agrupamento de Scott-Knott foi possível a distinção de três grupos de áreas

de cultivo, com diferentes níveis de CLS. O grupo de maior atividade saprofítica foi formado por três áreas de cultivo, o grupo de menor atividade saprofítica foi formado por 11 áreas de cultivo e o grupo de atividade saprofítica intermediária foi formado por 11 áreas de cultivo (Tabela 1).

Tabela 1 – Agrupamento de áreas de cultivos de coentro do Cariri cearense baseado nos intervalos de colonização saprofítica (CLS) de *Rhizoctonia* no solo

Grupo	CLS (%)	Áreas
Maior atividade saprofítica	85,0-95,0	BAR-02, BAR-04, POR-01
Atividade saprofítica intermediária	42,5-67,5	BAR-01, BAR-03, CRA-01, CRA-03, CRA-04, CRA-05, FBR-01, FBR-02, FBR-03, FBR-04, JZN-04
Menor atividade saprofítica	7,5-27,5	BAR-05, BAR-06, CRA-02, JAR-01, JAR-02, JAR-03, JAR-04, JZN-01, JZN-02, JZN-03, JZN-05

Fonte: Os autores (2022).

A constatação de atividade saprofítica de *Rhizoctonia* em todos os solos amostrados indica que esse fungo está amplamente disseminado nas áreas de cultivo de coentro do Cariri, podendo constituir um fator de preocupação devido ao riscos de epidemias futuras não somente em coentro.

Todos os crescimentos fúngicos no meio de cultura originados das iscas apresentaram septação das hifas e ramificação em ângulo reto próxima ao septo distal em hifas, características morfológicas típicas de *Rhizoctonia* (SNEH; BURPEE; OGOSHI, 1991). Foram obtidos 18 isolados puros de *Rhizoctonia* (RS-01 a RS-18).

Quando inoculados, todos os isolados de *Rhizoctonia* foram patogênicos a pelo menos uma espécie de hortaliça. Na maioria das situações, os isolados afetaram mais a emergência de plântulas, resultando na redução do estande de plântulas, do que ocasionando o tombamento de plântulas na pós-emergência. Alguns isolados reduziram em 100% a emergência das plântulas, como RS-14 e RS-18 em brócolis e RS-11 e RS-18 em pepino. O isolado RS-1 causou os maiores níveis de tombamento de plântulas em beterraba, brócolis e coentro ($\geq 40,0\%$), enquanto em pepino se destacou RS-4, mas num nível (10,0%) comparativamente inferior ao observado nas outras hortaliças. Esses resultados confirmam a elevada agressividade de *Rhizoctonia*, fazendo com que se constitua num dos principais patógenos das plantas cultivadas. Fatores como densidade do inóculo no solo,

distância do inóculo, profundidade do plantio, textura do solo e cultivares podem influenciar na agressividade dos isolados de *Rhizoctonia* (AGARWAL, 2010).

5 CONCLUSÕES

As áreas de cultivo de coentro no Cariri cearense encontram-se amplamente infestadas por *Rhizoctonia*, evidenciado pela atividade saprofítica detectada nos solos das mesmas.

Os isolados de *Rhizoctonia* associados à atividade saprofítica em solos cultivados com coentro no Cariri cearense têm elevado potencial patogênico à beterraba, brócolis, coentro e pepino.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP (Fortaleza, CE) e à Universidade Federal do Cariri – UFCA (Juazeiro do Norte, CE) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

AGARWAL, D. K.; *Rhizoctonia* D. C.: taxonomy, ecology and management. In: MUKERJI, K. G.; MANOHARACHARY, C. (eds.). **Taxonomy and ecology of Indian fungi**. New Delhi: I. K. International Publishing House, 2010. p. 19-50.

GARRETT, S. D. **Biology of root-infecting fungi**. Cambridge: Cambridge University Press, 1956. 292 p.

LUZ, C. M. *et al.* Atividade saprofítica de *Rhizoctonia* em solos do Nordeste brasileiro e relação com propriedades físicas, químicas e microbiológicas. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 11, n. 3, e34311326477, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/26477>. Acesso em: 16 ago. 2022.

NORONHA, M. A.; ASSUNÇÃO, M. C. **Identificação e manejo das principais doenças do coentro e alface no estado de Alagoas**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 12 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros, Comunicado Técnico, 157).

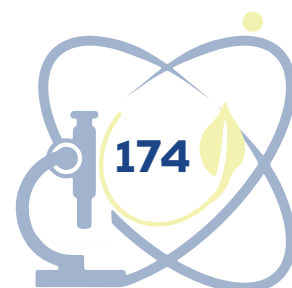
REIS, A.; LOPES, C. A. **Doenças do coentro no Brasil**. Brasília; Embrapa Hortaliças, 2016. 6 p. (Embrapa Hortaliças, Circular Técnica, 157).

SNEH, B. *et al.* Methods for evaluating inoculum density of *Rhizoctonia* in naturally infested soil. **Phytopathology**, Lancaster, v. 56, n. 1, p. 74-78, 1966.

SNEH, B.; BURPEE, L.; OGOSHI, A. **Identification of *Rhizoctonia* species**. St. Paul: APS Press, 1991. 133 p.

SPURLOCK, T.; ROTHROCK, C.; MONFORT, W. Evaluation of methods to quantify populations of *Rhizoctonia* in soil. **Plant Disease**, St. Paul, v. 99, n. 6, p. 836-841, 2015.

YULIANTI, T.; SIVASITHAMPARAM, K.; TURNER D. W. Saprophytic growth of *Rhizoctonia solani* Kühn AG2-1 (ZG5) in soil amended with fresh green manures affects the severity of damping-off in canola. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 38, p. 923-930, 2006.



ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA: UM ESTUDO DE CASO NA MICROBACIA DO RIO SACO LOBO, CRATO-CE

Victor Ardiles de Lima Oliveira¹
Celme Torres Ferreira da Costa²
Francisco José de Paula Filho³
Jorge Marcell Coelho Menezes⁴

1 INTRODUÇÃO

Entende-se como água subterrânea aquela que ocorre abaixo do nível de saturação ou nível freático, presente nas formações geológicas aflorantes e parcialmente saturadas, e nas formações geológicas profundas totalmente saturadas (MANUEL FILHO, 2008).

A população cratense possui diferentes perfis de consumo de água, variando de acordo com a sua classe social, nível de escolaridade, hidrometração, entre outros fatores. O município apresenta ainda boa disponibilidade hídrica, condição atribuída por sua situação geográfica, estando localizado na Chapada do Araripe (GOMES *et al.*, 2019).

Diante disto, o presente estudo pretende avaliar a qualidade da água subterrânea na Microbacia Hidrográfica do rio Saco Lobo, no município de Crato-CE, através de campanhas efetuadas ao final do período chuvoso e do período

¹ Graduando de Engenharia Civil; Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Cariri, victor.ardiles@aluno.ufca.edu.br; Bolsista CNPq; Projeto Universal 2021

² Professora Associada; Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Cariri; celme.torres@ufca.edu.br; Coordenadora Projeto Universal CNPq 2021

³ Professor Adjunto; Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Cariri, francisco.filho@ufca.edu.br

⁴ Servidor Técnico – Central Analítica; Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Cariri; jorge.menezes@ufca.edu.br

seco, nos poços de abastecimento público utilizados pela Sociedade Anônima de Água e Esgoto do Crato (SAAEC).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As águas subterrâneas naturais, em razão de sua composição química bem como das condições do meio o qual pertencem, apresentam uma série de propriedades ou características físicas e químicas como cor, turbidez, temperatura e condutividade elétrica, concentração de íons, que variam conforme o espaço e o tempo (RAVE, 2009). Alguns estudos têm avaliado severos impactos da urbanização sobre os mananciais subterrâneos, fonte frequentemente utilizada para consumo humano. Tundisi (2011) destaca como contaminantes dessas fontes o esgoto doméstico, o vazamento em tanques de combustíveis, o depósito de resíduos sólidos e a percolação de fezes de animais confinados.

Avaliação de potenciais impactos dos esgotos domésticos sobre a qualidade das águas subterrâneas em diversos aquíferos tem sido frequente (KATZ; EBERTS; KAUFFMAN, 2011), bem como estudos sobre impactos da urbanização na qualidade da água subterrânea em região semiárida dos Estados Unidos (CARLSON *et al.*, 2011) e efeitos similares em megacidades do sul da Ásia (HAQUE; ONODERA; SHIMIZU, 2013). No Brasil, estudos que mostram que a influência da falta de saneamento básico na qualidade físico-química e microbiológica das águas subterrâneas são escassos, especialmente na região nordeste. No Ceará, especialmente na região metropolitana do Cariri, são comuns a utilização de fossas e o despejo de esgotos na superfície do solo, indicados como os principais agentes poluidores de aquíferos da região (COGERH, 2017).

3 METODOLOGIA

A Microbacia hidrográfica do rio Saco Lobo – MHSL (Figura 1) está inserida na porção Oriental (Leste) da Bacia Sedimentar do Araripe, sendo o rio Saco Lobo um dos que recebem seus afluentes. A área em estudo é caracterizada como uma microbacia hidrográfica urbana e os nove poços monitorados na pesquisa podem ser localizados na Figura 1 e na Tabela 1 são apresentadas suas coordenadas.

Figura 1 - Localização de poços monitorados na Microbacia Hidrográfica do rio Saco Lobo

Fonte: SAAEC (2021).

Tabela 1 - Coordenadas geográficas dos poços monitorados na Microbacia Hidrográfica do rio Saco Lobo

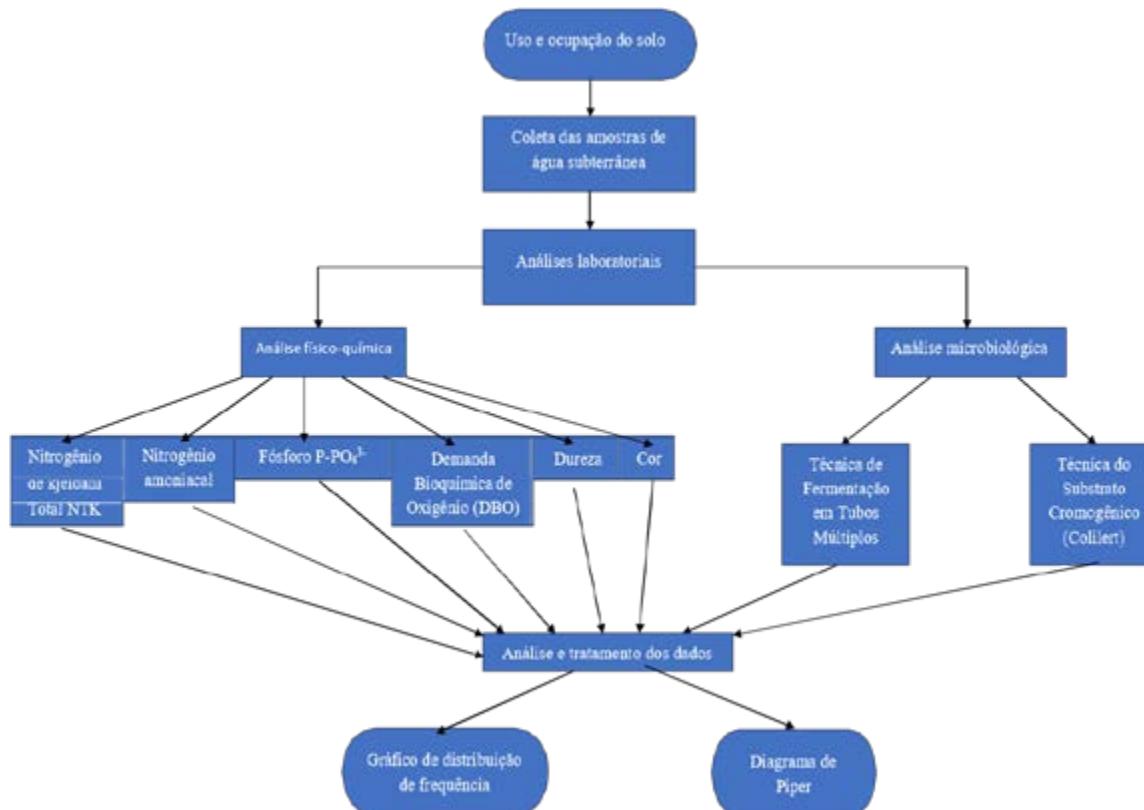
Poços	Descrição	Coordenadas UTM-e e UTM-n	
P1	F-05 Coqueiro I e II	452271	9194837
P2	PT Cafundó II	455193	9199606
P3	PT Cafundó I	455237	9199826
P4	PT JP03	455534	9199706
P5	PT Vila Lobo I	455623	9198894
P6	PT Conviver	455970	9199599
P7	PT Mangueira	456276	9200401
P8	PT-18 Filemon Lima Verde	457289	9198412
P9	PT CVT	456160	9201128

Fonte: Adaptado de SAAEC (2021).

As etapas de planejamento e execução do projeto envolvem uma série de atividades cujos estágios da pesquisa foram divididos conforme o fluxograma

apresentado na Figura 2. O uso e ocupação do solo contempla uma análise detalhada da ocupação da MHSL. As coletas monitoradas estão espacialmente distribuídas na microbacia conforme apresentado na Figura 1, todas as análises de laboratório foram realizadas na Central analítica da Universidade Federal do Cariri e a análise e tratamento dos dados feitas no R-Studio.

Figura 2 - Fluxograma Materiais e Métodos



Fonte: Autoria própria (2022).

4 RESULTADOS PARCIAIS

A 1ª campanha de campo para coleta das amostras de água nos poços foi realizada em julho/2022, considerando o final do período chuvoso. Com a utilização de sondas portáteis, foram aferidas as medidas in situ dos seguintes parâmetros: salinidade, pH, Temperatura, OD (% e mg/L), condutividade elétrica e turbidez (NTU), conforme valores apresentados na Tabela 2.

Os resultados apresentados mostram que a água subterrânea dos poços

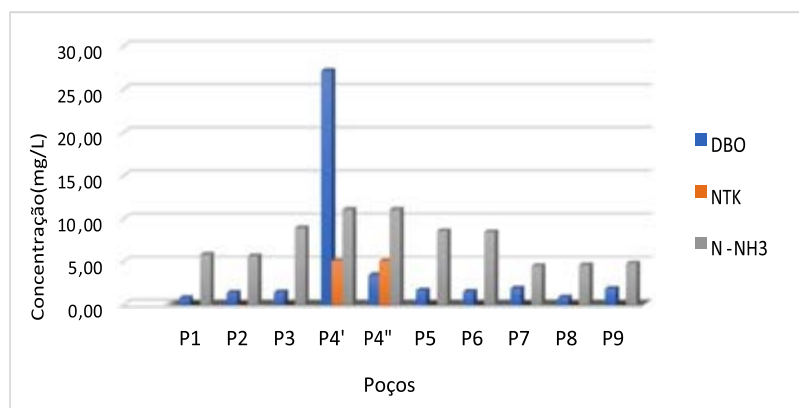
monitorados possui baixa salinidade. Quanto ao potencial hidrogeniônico (pH) 5 poços apresentaram valores acima do limite inferior indicado na legislação brasileira e 4 poços apresentaram valores abaixo do limite inferior (pH = 6,0). O parâmetro de condutividade elétrica apresenta alteração em função da presença de substâncias dissolvidas, sendo assim diretamente proporcional à concentração de íons e mantém relação com a salinidade da amostra, no entanto, não existem valores limites na legislação utilizada para o parâmetro físico condutividade elétrica.

Tabela 2 - Resultados dos parâmetros obtidos pelas sondas portáteis

Pontos	Salinidade	pH			OD (mg/L)	Cond. (mS. cm-1)	NTU
		Temp. (°C)	O%D				
P1 – Coqueiro I e II	0,00	5,08	25,00	76,80	5,60	0,02	3,11
P2 – Canfundó II	0,20	6,05	30,90	50,50	3,55	0,60	2,04
P3 – Cafundó I	0,10	6,05	28,40	27,00	1,99	0,33	1,30
P4 – JP03	0,10	6,27	29,20	19,50	1,44	0,43	184,00
P5 – Vila Lobo I	0,00	5,80	28,20	28,40	2,04	0,28	0,90
P6 – Conviver	0,00	6,01	28,50	19,80	1,53	0,23	0,40
P7 – Mangueira	0,10	6,14	29,00	19,90	1,45	0,43	0,39
P8 – F. Lima Verde	0,00	5,43	28,30	41,10	3,03	0,18	0,47
P9 – CVT	0,10	5,82	28,60	16,80	1,23	0,30	0,35

Fonte: Autoria própria (2022).

No procedimento de coletas das amostras de água para análise posterior dos parâmetros Nitrogênio de Kjeldahl Total NTK e Amoniacal N-NH₃, e a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) foram empregados recipientes de polietileno com capacidade de um litro, conforme recomendações de Baird (2017). As amostras foram acondicionadas em caixas de isopor contendo gelo, mantendo a temperatura em torno de 4°C, para conservação até a análise. Os parâmetros foram analisados em laboratório e os resultados estão apresentados no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Resultado dos parâmetros físico-químicos para 1ª Campanha de monitoramento

Fonte: Autoria própria (2022).

O nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. As duas primeiras são formas reduzidas e as duas últimas, oxidadas. Se for coletada uma amostra de água de um rio poluído e as análises demonstrarem predominância das formas reduzidas significa que o foco de poluição se encontra próximo; se prevalecerem o nitrito e o nitrato, denota que as descargas de esgotos se encontram distantes (CETESB, 2009).

Considerando os Valores Máximos Permitidos (VMP) pela Resolução Conama nº 396/2008, os resultados apresentados no Gráfico 1 mostram que apenas o poço P4, que se encontra desativado, apresentou concentração de amônia ($\text{NH}_3 > 10 \text{ mg/L}$) acima do VMP. Os poços P1, P2, P3, P5 e P6 apresentaram valores de concentração acima de $5,0 \text{ mg/L}$. Segundo Feitosa *et al.* (2008) teores acima de 5 mg/L podem ser indicativos de contaminação de água subterrânea por atividades antrópicas, tais como esgotos, fossas sépticas, depósitos de lixo, cemitérios, adubos nitrogenados e resíduos animais. Os valores de DBO para todos os poços estão abaixo do VMP $< 5,0 \text{ mg/L}$.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostram que a qualidade da água subterrânea dos poços utilizados pela SAEEC para fins de abastecimento humano no município do Crato atende a legislação vigente. No entanto, foi possível observar indicativos de contaminação por atividades antrópicas, fato explicado pelos poços estarem localizados em uma microbacia urbana.

Importante destacar que os resultados apresentados são parciais uma vez que o projeto de pesquisa ainda está em fase de desenvolvimento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto e pela bolsa de estudo concedida, tornando possível a realização de todas as atividades da pesquisa em desenvolvimento e a Sociedade Anônima de Água e Esgoto do Crato - SAEEC pela parceria no desenvolvimento da pesquisa e por todo apoio nas campanhas de campo.

REFERÊNCIAS

CARLSON, M. A.; LOHSE, K. A.; MCINTOSH, J. C.; MCLAIN, J. E. T. Impacts of urbanization on groundwater quality and recharge in a semi-arid alluvial basin. **Journal of Hydrology**, [s. l.], v. 409, n. 1-2, p. 196-211, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.08.020>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169411005464> Acesso em: 13 jan. 2023.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo – série relatórios, apêndice a. 2009.

GOMES, C. C.; TAVARES, F. L.; SOUZA, A. R. de; GONÇALVES, J. Y. de B. Perfil de consumo de água pelos moradores do município de Crato-CE. **Ciência e Sustentabilidade**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 90-104, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.33809/2447-4606.51201990-104>. Disponível em: <https://periodicos.ufca.edu.br/ojs/index.php/cienciasustentabilidade/article/view/344/326>. Acesso em: 13 jan. 2023.

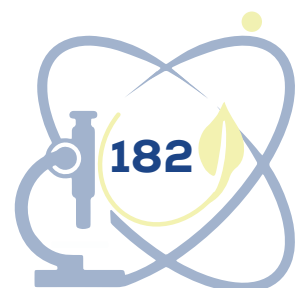
HAQUE, S. J.; ONODERA, S.; SHIMIZU, Y. An overview of the effects of urbanization on the quantity and quality of groundwater in South Asian megacities. **Review article**, *Limnology*, v. 14, n. 2, p. 135-145, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10201-012-0392-6>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10201-012-0392-6>. Acesso em: 13 jan. 2023.

KATZ, B. G.; EBERTS, S. M.; KAUFFMAN, L. J. Using Cl/Br ratios and others indicators to assess potential impacts on groundwater quality from septic systems: a review and examples from principal aquifers in the United States. **Journal of Hydrology**, [s. l.], v. 397, n. 3-4, p. 151-156, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.11.017>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169410007134?via%3Dihub>. Acesso em: 13 jan. 2023.

MANUEL FILHO, J. Ocorrência das Águas Subterrâneas. *In: Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações*. Fortaleza: CPRM/LABHID-UFPE, 1997.

RAVE, J. C. G. **Geología, geofísica, hidrogeoquímica e isótopos, como herramientas para definir un modelo conceptual hidrogeológico, caso de aplicación**: Acuífero costero del municipio de Turbo. 2009. 296 f. Dissertação (Magíster en Ingeniería – Recursos Hidráulicos) – Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 2009.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.



IMPACTOS DO CLIMA NO COMPORTAMENTO DOS NÍVEIS FREÁTICOS NA BACIA SEDIMENTAR DO ARARIPE, CEARÁ

Levy Felipe Santiago Saldanha¹

Renan Lemos Antonio²

Celme Torres Ferreira da Costa³

1 INTRODUÇÃO

Prever a resposta de um aquífero (em termos de quantidade e qualidade) quanto às atividades de exploração propostas e em tempo hábil para gerar políticas racionais de exploração em determinada região é uma questão complicada, devido à complexidade dos processos envolvidos (MANOEL FILHO, 2008). Isso faz com que a gestão de águas subterrâneas muitas vezes não seja incluída no planejamento e gestão de recursos hídricos.

O monitoramento da água disponível em um aquífero possibilita diagnosticar o atual estado do aquífero, em relação aos estados passados, para tomar as devidas medidas em relação a modificações causadas por efeitos naturais e/ou antrópicos. Assim, o volume explorável de um aquífero é uma variável de decisão a ser determinada como parte de um plano de gestão do sistema de águas de uma região. No entanto, é necessário conhecer a dinâmica das águas subterrâneas e identificar os processos que influenciam a oscilação dos seus níveis. A avaliação do comportamento do aquífero através do monitoramento, principalmente nas áreas de afloramento, fornece dados importantes para sua conservação e subsídios aos projetos de proteção ambiental e desenvolvimento sustentável, assegurando a qualidade e a quantidade de seu manancial (FREEZE; CHERRY, 2017).

¹ Graduando; Engenharia Civil – UFCA; Bolsista CNPq; levy.saldanha@aluno.ufca.edu.br

² Graduando; Engenharia Civil – UFCA; Bolsista UFCA; renan.lemos@aluno.ufca.edu.br

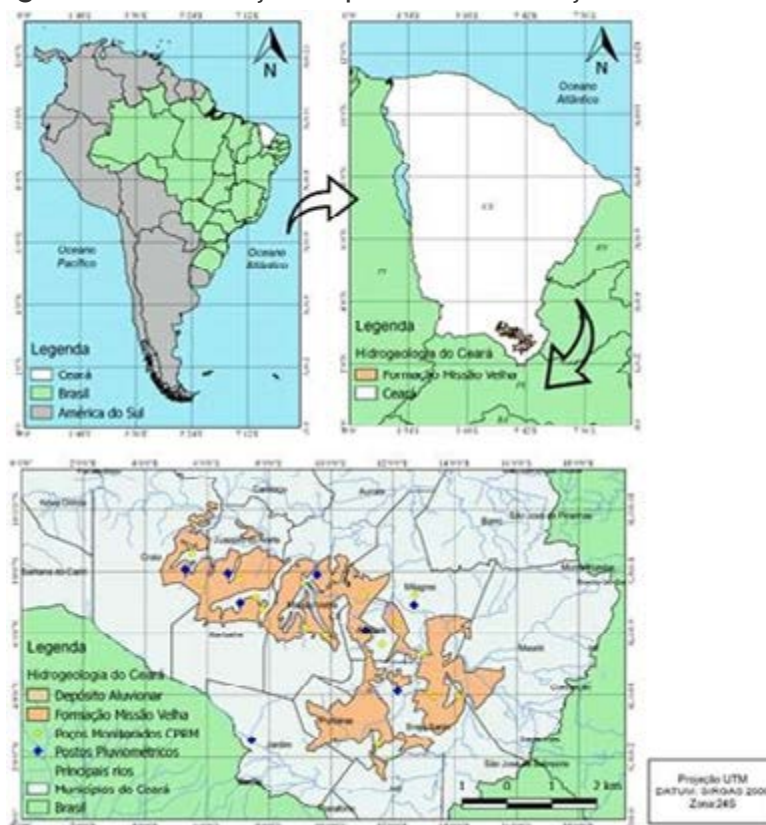
³ Docente; Engenharia Civil – UFCA, Orientadora; celme.torres@ufca.edu.br

O objetivo desse trabalho foi analisar os mecanismos de oscilação dos níveis freáticos nos municípios localizados na Bacia Sedimentar do Araripe, sul do estado do Ceará, afetados principalmente pela sazonalidade do regime pluviométrico no período entre setembro de 2011 e setembro de 2020.

2 MATERIAL E MÉTODO

A formação Missão Velha faz parte do Aquífero Médio, localizado na Bacia Sedimentar do Araripe, predominantemente no sul do Ceará e em partes do Pernambuco. Junto com a formação Rio Batateiras e Abaiara, a formação Missão Velha compõe o Aquífero Médio. O aquífero Missão Velha estende-se pelos municípios de Crato, Juazeiro do Norte, Barbalha, Missão Velha, Abaiara, Milagres, Brejo Santo, Porteiras, Mauriti e uma pequena parte dos municípios de Jardim e Jati, como pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 - Localização espacial da formação Missão Velha



Fonte: Os autores (2022).

Para aplicação do modelo de correlação foram utilizados os dados de precipitação das estações pluviométricas da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME, [2020?]) e os dados dos níveis estáticos dos poços localizados na BSA monitorados pela CPRM através do SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas).

Séries temporais de monitoramento do nível freático

Para análise dos níveis freáticos, foram utilizados dados de 16 poços distribuídos nos municípios de Abaiara, Barbalha, Brejo Santo, Crato, Milagres e Missão Velha. Os poços são monitorados com auxílio de medidores de nível do tipo sensor elétrico (DataLoggers) que realizam a leitura do nível no intervalo de 1 hora.

Séries temporais de monitoramento climatológico

Os dados climatológicos utilizados nesse estudo foram séries históricas de precipitação registrada nas estações pluviométricas dos 8 municípios que compõem a BSA desde 1974 até 2020. São séries mensais e anuais resultando em 47 anos completos de observações.

Modelos estatístico para séries temporais

Com o objetivo de verificar estatísticas de hidrogramas de poços para realizar análises em séries de oscilação do nível freático para correlacioná-las com eventos climáticos (precipitação), foi implementado um modelo de regressão linear capaz de correlacionar o efeito das flutuações na precipitação da tendência subjacente do nível de água subterrânea ao longo do tempo.

A análise de séries temporais é realizada usando funções estatísticas que avaliam o grau de dependência entre pelo menos duas grandezas, X e Y. A regressão linear é uma função que estuda essa dependência entre pelo menos duas variáveis, onde Y é conhecida como a variável dependente e X, representa a variável independente. O modelo de regressão linear é definido pela equação (1), de acordo com Morettin (2006):

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x + \dots + \beta_n x + \varepsilon, i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

sendo, y representa o valor correspondente da variável dependente em resposta a observação do índice i, $i = 1, 2, \dots, n$; x_1, x_2, \dots, x_n representam os

valores da i -ésima observação das k variáveis independentes; $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ são os coeficientes de regressão; ε representa o erro aleatório do modelo de predição.

Nesse estudo foi adotado o teste de Shapiro-Wilk, o qual é mais recomendado para pequenas amostras, para verificar se o resíduo da regressão entre as variáveis estudadas segue um padrão de normalidade. Esse teste é obtido dividindo o quadrado de uma combinação linear apropriada de uma ordem estatística da amostra pela estimativa simétrica usual da variância.

Todos os modelos foram aplicados utilizando a ferramenta R-Studio. No caso de estimativas a partir de chuvas anuais recomenda-se a utilização de séries maiores que 10 anos já que o modelo implementado no RStudio (TEAM, 2021) utiliza valores de precipitação acumulados em frequência mensal ou anual. Assim, com monitoramento dos níveis realizado no período, associado às séries de maior comprimento obtém-se uma série de dados de entrada que represente a oscilação climática sazonal na região.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

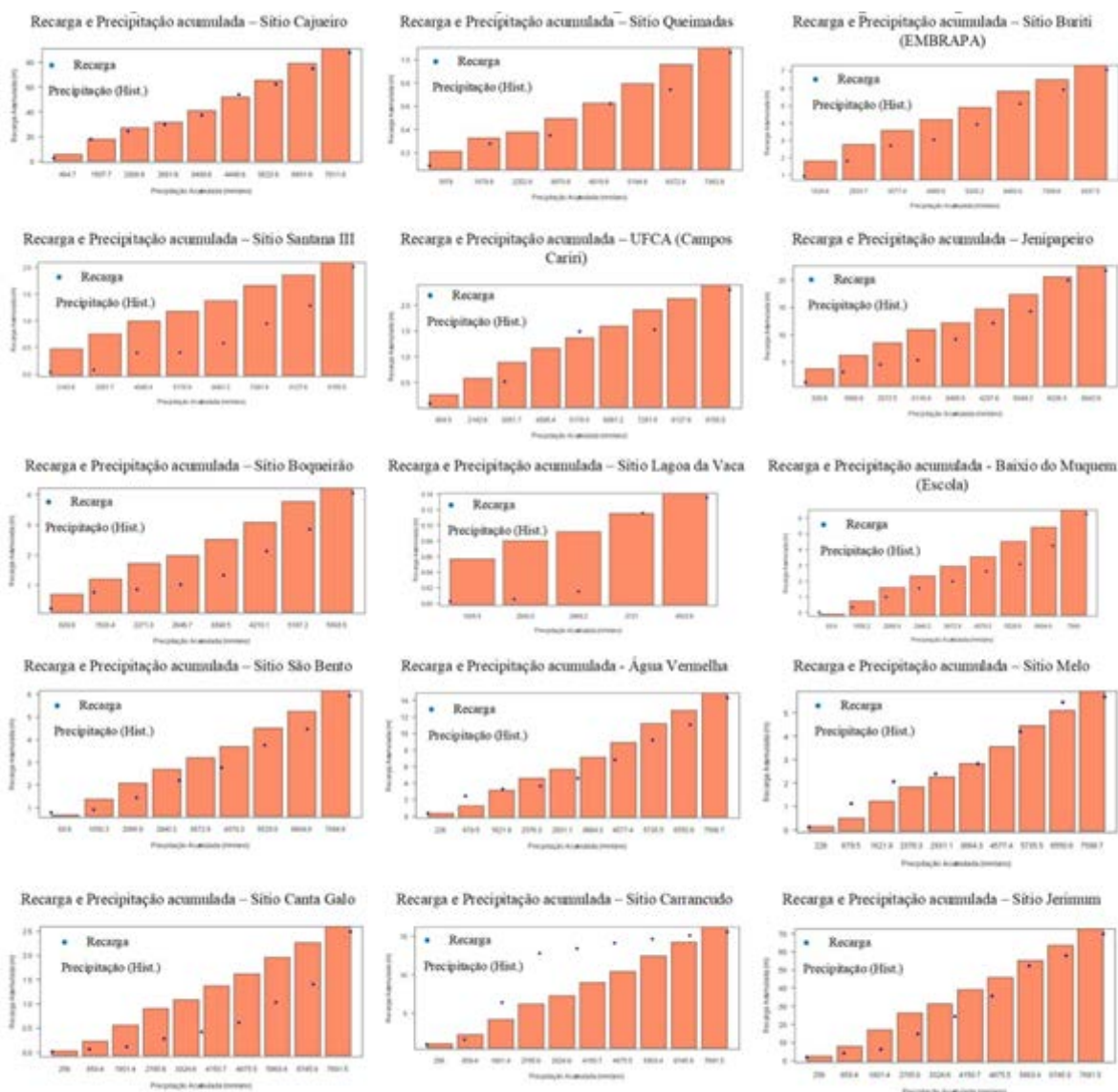
Os resultados para o modelo de regressão linear aplicado às séries de precipitação observadas nas BSA entre 1974 e 2020 e de alturas de nível freático observadas nos poços de monitoramento podem ser vistos na Figura 1. Os resultados mostram que a Bacia sedimentar são sistemas hidrogeológicos com respostas rápidas, com pequenos atrasos da ordem de 1 a 2 meses para que ocorram respostas nos níveis a partir dos eventos de precipitação incidentes na área.

É possível observar nos resultados apresentados que mesmo ocorrendo a elevação do nível dos poços provenientes dos eventos de precipitação não está ocorrendo efeitos de recarga significativa, evidenciado pelo decréscimo do nível potenciométrico observado em todos os poços monitorados. Esses resultados mostram o efeito da anomalia climática, com médias anuais de precipitação abaixo das médias históricas, no período de 2013 a 2016, caracterizado como um período de seca agravados pelos efeitos do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS), trazendo impactos diretos nos recursos hídricos subterrâneos da região.

As taxas de recarga de água subterrânea, que foram obtidas a partir dos níveis estáticos das séries históricas, demonstraram a natureza transitória da

recarga como pode ser observado. Foi possível observar a ocorrência de fluxo de recarga em todos os anos para quase todos os poços, exceto para os poços Sítio Queimadas, Campus UFCA/JN, Sítio Lagoa da Vaca e Sítio Serrote, embora em amplitudes diferentes. Foram encontrados mais de um evento de recarga por ano no Sítio Cajueiro, Sítio Buriti, Jenipapeiro e Sítio Jerimum. Foi possível observar que anos com baixa precipitação anual apresentam picos de recarga insignificantes.

Figura 1 – Correlação da Recarga e Precipitação Acumulada para os poços



A partir dos valores acumulados de recarga e precipitação obteve-se os

parâmetros da regressão linear, onde todas as correlações geraram coeficientes elevados com os valores de R^2 variando de 0,76 a 0,99.

O parâmetro α das regressões lineares, que multiplica a variável independente, foram todos positivos, indicando uma relação crescente entre as variáveis.

Foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para verificar se os resíduos das variáveis correlacionadas seguem o padrão de normalidade. Considerando um nível de significância de 5% ou 0,05 todos os resíduos das regressões lineares desenvolvidas apresentaram um comportamento normal, exceto o poço Sítio Cajueiro.

4 CONCLUSÕES

Os resultados mostram que o objetivo da pesquisa foi atendido e mostrou o comportamento do nível piezométrico e sua relação com a precipitação, considerando os dados de monitoramento hidrogeológico. A base de dados contemplou os níveis monitorados nos últimos nove anos para nove poços, oito anos para cinco poços e sete anos para dois poços, totalizando dezesseis poços, todos localizados no Aquífero Missão Velha.

Logo, os resultados apontam a existência de uma forte relação entre os fenômenos hidrológicos estudados, que são os eventos de precipitação e recarga, confirmando a hipótese de que eventos isolados de precipitação não geram variações de nível d'água, e sim os valores de precipitação acumulados ao longo dos anos são responsáveis pela dinâmica e elevação dos níveis piezométricos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudo concedida e a Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará (COGERH) pela parceria no desenvolvimento da pesquisa e pelos dados disponibilizados.

REFERÊNCIAS

DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto avaliação hidrogeológica da Bacia Sedimentar do Araripe**. Programa nacional de estudos dos distritos mineiros. Recife, Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), distritos regionais Pernambuco e Ceará, p. 101, 1996.

FREEZE, A. R.; CHERRY, J. A. **Águas subterrâneas**. Tradução de Everton de Oliveira *et al*; Everton de Oliveira (Coord.). São Paulo: [s. n.], 2017.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Postos pluviométricos**. [2020?]. Disponível em: http://www.funceme.br/?page_id=2694. Acesso em: 10 out. 2021.

MANUEL FILHO, J. Ocorrência das Águas Subterrâneas. *In: Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações*. Fortaleza: CPRM/LABHID-UFPE, 1997.

MORETTIN, P.; TOLOI, C. **Análise de séries temporais**. 2. ed. São Paulo: E. Blucher, 2006. 564 p.

TEAM. **RStudio**: Integrated Development for R. RStudio. Boston, MA, 2021. Disponível em: <https://www.rstudio.com/>. Acesso em: 31 mar. 2021.

MURCHA-DE-FUSÁRIO EM FEIJÃO-CAUPI NO CARIRI CEARENSE:

PREVALÊNCIA EM ÁREAS DE PLANTIO, ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DO PATÓGENO

Cosma Amanda Alves Pereira¹

Daniel Yuri Xavier de Sousa²

Damiana Andressa Alves Pereira³

Jadson Araújo da Silva⁴

Kamila Câmara Correia⁵

Sami Jorge Michereff⁶

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] desempenha importante papel na segurança alimentar e nutricional de grande parte da população brasileira, principalmente na região Nordeste (FREIRE FILHO *et al.*, 2017).

A produtividade dessa leguminosa é muito baixa na região Nordeste comparada às obtidas nas regiões Norte e Centro-Oeste (CONAB, 2022). Vários fatores contribuem para essa baixa produtividade, dentre os quais a ocorrência de doenças (SILVA; ROCHA; MENEZES JUNIOR, 2017). A murcha-de-fusário, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum f. sp. tracheiphilum* (E.F. Smith) Snyder & Hansen, é uma importante doença do feijão-caupi no Nordeste brasileiro (ATHAYDE SOBRINHO, 2017).

Apesar da importância da produção do feijão-caupi no Cariri cearense,

¹ Universidade Federal do Cariri, cosma.amanda@aluno.ufca.edu.br, Bolsista PIBIC/CNPq

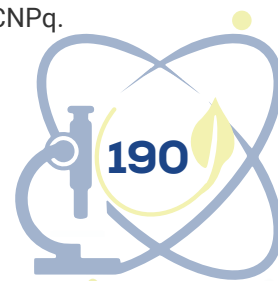
² Universidade Federal do Cariri, yuri.xavier@aluno.ufca.edu.br, Bolsista PIBIC/CNPq.

³ Universidade Federal do Cariri, damiana.andressa@aluno.ufca.edu.br, Estagiária.

⁴ Universidade Federal Rural de Pernambuco, jadson.araujosilva@gmail.com, Bolsista Doutorado CAPES.

⁵ Universidade Federal do Cariri, kamila.correia@ufca.edu.br, Bolsista BPI/FUNCAP.

⁶ Universidade Federal do Cariri, sami.michereff@ufca.edu.br, Bolsista de Produtividade/CNPq.



até o momento inexistem estudos sobre a prevalência da murcha-de-fusário nas áreas de plantio, bem como sobre a identificação do patógeno.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a prevalência da murcha-de-fusário nas áreas de plantio de feijão-caupi no Cariri cearense, bem como isolar e identificar o patógeno associado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O feijão-caupi desempenha papel estratégico na segurança alimentar e nutricional de grande parte da população brasileira, bem como constitui importante gerador de renda. Os estados do Nordeste brasileiro são responsáveis por 76% da produção e 89% da área cultivada com feijão-caupi, constituindo uma das principais culturas de subsistência. O Ceará foi o principal estado produtor em 2020, com 107.052 toneladas produzidas em 371.537 hectares (IBGE, 2022b). Na região do Cariri cearense, o feijão-caupi é cultivado em cerca de 63.000 ha (IBGE, 2022a).

O feijão-caupi é a leguminosa alimentar mais importante da região Nordeste, sendo considerada a principal fonte de proteínas das populações de baixa renda (BASTOS *et al.*, 2012).

As doenças constituem importantes fatores de redução da produtividade do feijão-caupi, causando perdas na quantidade e qualidade dos grãos. Entre as principais doenças na cultura no Nordeste brasileiro encontra-se a murcha-de-fusário. Os sintomas da doença caracterizam-se pela clorose e queda prematura de folhas, redução do crescimento e, finalmente, murcha e morte das plantas. A murcha é mais comum na fase reprodutiva da planta, podendo ocorrer também em plantas jovens, que em determinadas situações apresentam um rápido murchamento que precede a morte da planta. Os tecidos vasculares adquirem coloração marrom avermelhada e pode haver a formação de intumescências na parte mais baixa do caule (ATHAYDE SOBRINHO, 2017). A doença pode causar perdas consideráveis na produção de feijão-caupi e variam entre campos de uma mesma região, bem como de uma safra para outra. No Brasil, reduções no rendimento de sementes devido à murcha-de-fusário variaram de 9,11 a 80,30% e de 8,30 a 86,51% nas cultivares BR-17 Gurguéia e IPA-206, respectivamente,

dependendo da intensidade da intensidade da doença (ASSUNÇÃO *et al.*, 2003). Portanto, há necessidade da realização de levantamentos da incidência da doença em nível regional para a compreensão da importância da mesma.

3 METODOLOGIA

Foram conduzidos levantamentos da incidência da murcha-de-fusário em 30 plantios de feijão-caupi no Cariri cearense, incluindo os municípios de Barbalha (BAR; 4 áreas), Caririaçu (CAR; 4 áreas), Crato (CRA; 5 áreas), Farias Brito (FBR; 4 áreas), Jardim (JAR; 4 áreas), Juazeiro do Norte (JZN; 4 áreas) e Missão Velha (MVE; 5 áreas). As áreas foram amostradas quando as plantas se encontrarem nos estádios R2-R3 (da abertura da primeira flor ao amadurecimento da primeira da vagem) (CAMPOS *et al.*, 2000). Em cada área foram selecionados 10 linhas de plantio, com intervalo de cinco linhas entre as linhas selecionadas. Dentro de cada linha, um conjunto de plantas de feijão-caupi foi selecionado pelo método do quadrilátero inventário (BRAUN-BLANQUET, 1979), no qual um quadrilátero de madeira de 0,5 x 2,0 m (1,0 m²) foi lançado aleatoriamente duas vezes. No quadrilátero foi quantificado o número de plantas e avaliada a incidência da murcha-de-fusário (IMF), mensurada como a porcentagem de plantas com sintomas da doença em relação ao número total de plantas inspecionadas. Embora a coloração vascular marrom-avermelhada seja considerada um sintoma diagnóstico da murcha-de-fusário em feijão-caupi, as plantas sintomáticas foram coletadas para confirmação da infecção fúngica em laboratório e isolamento dos fungos associados. As médias de incidência da murcha-de-fusário nos plantios de feijão-caupi foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de probabilidade de 5% ($P=0,05$). A prevalência da doença em nível regional foi determinada pela porcentagem de plantios com a presença da doença em relação ao total de plantios amostrados.

As plantas sintomáticas foram levadas para o laboratório e cortados segmentos do caule próximo ao colo. Os segmentos dos caules foram submetidos à desinfestação e cortados longitudinalmente com estilete esterilizado e depois pequenos fragmentos (~3 mm) foram retirados das margens de tecidos infectados do sistema vascular. Esses fragmentos foram transferidos para placas de Petri contendo meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA; TUIE,

1969) suplementado com 30 mg/L de sulfato de estreptomicina. As placas foram incubadas a 25°C no escuro, por até 10 dias. Segmentos de colônias características de *Fusarium* (LESLIE; SUMMERELL, 2006) foram transferidas para placas contendo BDA e incubados nas mesmas condições anteriores. As culturas puras foram preservadas em tubos de ensaio contendo meio BDA sob refrigeração (5°C).

Os isolados fúngicos foram identificados em nível de gênero com base nas características culturais macroscópicas e microscópicas, com auxílio de bibliografia especializada (BARNETT; HUNTER, 2006). Microculturas dos isolados de *Fusarium* foram preparadas pelo método do bloco de ágar (MENEZES; ASSIS, 2004), visando a identificação das espécies conforme os critérios estabelecidos por Leslie e Summerell (2006). Os isolados de *Fusarium* identificados foram preservados em água destilada esterilizada (CASTELLANI, 1963).

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Plantas de feijão-caupi com sintomas da murcha-de-fusário foram constatadas em 19 áreas de plantio (63,3% das áreas analisadas), indicando uma elevada prevalência da doença no Cariri cearense, resultante de uma grande adaptação do patógeno ao ambiente e ao hospedeiro.

A IMF nas áreas de plantio de feijão-caupi com plantas sintomáticas variou significativamente ($P=0,05$) entre 2,4 e 18,7%, com média de 9,9%. Essa variação na IMF foi confirmada pela análise de Scott-Knott, sendo determinados quatro agrupamentos de áreas de plantio conforme os níveis da doença. O grupo de menor IMF foi formado por cinco áreas de cultivo, enquanto o de maior IMF por quatro áreas de cultivo (TABELA 1).

Tabela 1 – Agrupamento de 19 áreas de cultivo feijão-caupi do Cariri cearense baseado nos intervalos de incidência da murcha-de-fusário (IMF)

Grupo	IMF (%)	Áreas
A	2,4-5,6	BAR-1, CAR-1, CAR-3, CRA-5, JAR-4
B	6,1-9,9	CRA-2, CRA-4, FBR-1, FBR-4, JZN-2, JZN-3, MVE-5
C	11,8-14,9	JAR-1, JZN-4, MVE-2
D	16,6-18,7	BAR-4, FBR-3, JAR-2, MVE-3

Fonte: Os autores (2022).

Para várias doenças radiculares, como a murcha-de-fusário, valores de incidência próximos a 10% são considerados elevados, tendo em vista que se trata de uma doença de colonização vascular e o patógeno tem limitada capacidade de disseminação. No entanto, como o patógeno forma estruturas de resistência no solo, denominadas clamidósporos, a infestação do solo permanece por muitos anos e o inóculo pode ser disseminado lentamente por tratos culturais, atingindo níveis incontrolláveis em alguns anos (CAMPBELL; BENSON, 1994).

Foram obtidos 18 isolados de *Fusarium* a partir de plantas de feijão-caupi com sintomas de murcha-de-fusário. A morfologia das colônias de *Fusarium* no meio BDA apresentou grande variação, com micélios esparsos ou abundantes e coloração branca a violeta pálida. Presença esparsa de macroconídios, ligeiramente curvados e com três septos. Presença abundante de microconídios, ovais e sem septos. O conjunto dessas características levou à identificação da espécie *Fusarium oxysporum* Schlecht. ex Fries (LESLIE; SUMMERELL, 2006).

5 CONCLUSÕES

Várias áreas de cultivo de feijão-caupi no Cariri cearense encontram-se infestadas por *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*, evidenciado pela elevada prevalência da murcha-de-fusário.

Os níveis de incidência da murcha-de-fusário nos cultivos de feijão-caupi no Cariri cearense são preocupantes, pois podem resultar em epidemias graves no futuro e inviabilizar a exploração das áreas de produção.

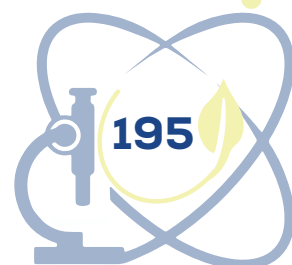
A murcha-de-fusário em feijão-caupi no Cariri cearense é causada pelo fungo *Fusarium oxysporum*.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Brasília, DF) e à Universidade Federal do Cariri (UFCA) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ASSUNÇÃO, I. P. *et al.* Influência da intensidade da murcha-de-fusário no rendimento do caupi. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 6, p. 615-619, 2003.
- ATHAYDE SOBRINHO, C. Principais doenças do feijão-caupi no Brasil. *In*: BASTOS, E. A. (eds.). **A cultura do feijão-caupi no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2017. p. 44-66.
- BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 4. ed. St. Paul: APS Press, 2006. 241 p.
- BASTOS, E. A. *et al.* Parâmetros fisiológicos e produtividade de grãos verdes do feijão-caupi sob déficit hídrico. **Water Resources and Irrigation Management**, Cruz das Almas, v. 1, n. 1, p. 31-37, 2012.
- BRAUN-BLANQUET, V. **Fitosociología, bases para el estudio de las comunidades vegetales**. Madrid: H. Blume, 1979. 820 p.
- CAMPBELL, C.L.; BENSON, D.M. (Eds.). **Epidemiology and management of root diseases**. Berlin: Springer-Verlag, 1994. 343 p.
- CAMPOS, F. L. *et al.* Ciclo fenológico em caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.): uma proposta de escala de desenvolvimento. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 5, n. 3, p. 110-116, 2000.
- CASTELLANI, A. The “water cultivation” of pathogenic fungi. **Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, Washington, v. 66, n. 3, p. 283-286, 1963.
- CONAB. **Boletim da safra de grãos: 3º levantamento – safra 2021/2022**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 15 ago. 2022.
- FREIRE FILHO, F. R. A cultura: Aspectos socioeconômicos. *In*: DoVALE, J.C.; BERTINI, C.; BORÉM, A. (eds.). **Feijão-caupi: do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2017. v. 1, p. 9-34.
- FREIRE FILHO, F. R.; CARDOSO, M. J.; ARAÚJO, A. G. Caupi: nomenclatura científica e nomes vulgares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 12, p. 1369-1372, 1983.
- IBGE. **Produção agrícola municipal - PAM**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricolamunicipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html>. Acesso em: 15 ago. 2022.
- IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática - SIDRA**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022b. Disponível em: <https://>



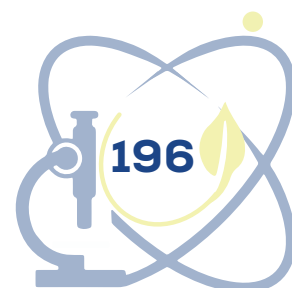
sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 15 ago. 2022.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. **Fusarium laboratory manual**. Ames: Blackwell, 2006. 388 p.

MENEZES, M.; ASSIS, S. M. P. **Guia prático para fungos fitopatogênicos**. 2. ed. Recife: UFRPE, 2004. 183 p.

SILVA, K. J. D.; ROCHA, M. M.; MENEZES JÚNIOR, J. A. N. Socioeconomia. In: BASTOS, E. A. (ed.). **A cultura do feijão-caupi no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2017. p. 6-12.

TUITE, J. **Plant pathological methods: fungi and bacteria**. Minneapolis: Burgess, 1969. 239 p.



DESEMPENHO GERMINATIVO DE SEMENTES DE DIFERENTES ACESSOS DE *PHASEOLUS LUNATUS* L. SUBMETIDAS À BAIXA TEMPERATURA

Kelli Cristina Cunha de França¹

Rafael Luís de Oliveira²

João Paulo Amorin dos Santos³

1 INTRODUÇÃO

A fava ou feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.), é uma espécie subtropical que foi domesticada na América do Sul e/ou Central. É a segunda espécie mais importante do gênero *Phaseolus* e uma das cinco desse gênero com maior potencial de fornecimento de proteína vegetal, sendo também explorada comercialmente em todo o mundo (SILVA, 2019).

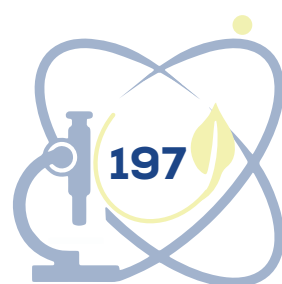
Uma das formas de garantir esta produção agrícola mundial é fazendo uso de sementes com elevado vigor, sendo necessária a utilização de testes para discriminar lotes de sementes com relação a qualidade fisiológica. Dentre estes testes de vigor, a avaliação da germinação sob baixas temperaturas é considerada de grande importância (BARROS *et al.*, 1999). Pois este tem como princípio básico a exposição das sementes a fatores adversos como a temperatura baixa sob as etapas iniciais do desenvolvimento de uma planta (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Nestas condições as chances de sobrevivência das sementes menos vigorosas são mitigadas, uma vez que, as adversidades impostas pelo frio favorecem a redução da velocidade de germinação (BARROS *et al.*, 1999).

Esta redução na velocidade de germinação acontece principalmente nas sementes menos vigorosas que germinam mais lentamente sob temperaturas

¹ E-mail: kelli.cristina@aluno.ufca.edu.br Patrocinador: UFCA

² Filiação: UFCA E-mail: rafael.oliveira@aluno.ufca.edu.br Patrocinador: UFCA

³ Filiação: UFCA E-mail: jpegdossantos@gmail.com Patrocinador: UFCA



subótimas, ou seja, estas condições, particularmente no início da embebição, acabam causando efeitos deletérios ao processo da germinação e ao desenvolvimento das plântulas (DIAS; ALVARENGA, 1999).

É importante ressaltar que os testes de vigor são indicados para estudos com sementes de grandes culturas, correspondendo a uma forma de diferenciar matrizes mais vigorosas, porém ainda são poucos os trabalhos referentes ao uso desta metodologia com o feijão fava. O objetivo do presente estudo foi avaliar e separar acessos de sementes de *Phaseolus lunatus* L. com elevada qualidade quando submetidos ao teste de germinação a baixa temperatura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de Biologia da Universidade Federal do Cariri (UFCA), campus Crato (Figura 1), com duração de 28 dias, entre os meses de outubro e novembro de 2021. As sementes foram armazenadas em câmara fria com temperatura ajustada para manter a qualidade e vitalidade das sementes.

O teste de germinação foi conduzido em germinador do tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.), regulado nas temperaturas constantes de 10°C. Para cada tratamento foram utilizadas 100 sementes tratadas previamente com fungicida Cercobin® 700 wg, logo em seguida as amostras foram divididas em quatro repetições de 25 sementes e distribuídas sobre duas folhas de papel tipo Germitest® umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco e, posteriormente foram cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolo. Para evitar as perdas de água por evaporação, os rolos foram colocados em sacos plásticos, sendo as contagens realizadas diariamente do terceiro dia até o vigésimo oitavo dia da instalação do teste (onde a contagem do número de plântulas emersas encontrava-se estabilizada), cujo o critério utilizado foi de plântulas normais e os resultados obtidos foram expressos em porcentagem.

A avaliação da primeira contagem foi realizada conjuntamente com o teste de germinação, que consistiu no registro das porcentagens de plântulas normais verificadas na primeira contagem do teste de germinação, efetuada no

quarto dia após a semeadura, seguindo as indicações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

A observação do índice de velocidade de germinação foi determinada mediante contagens diárias do número de sementes germinadas, no mesmo horário, dos 13 aos 25 dias após a semeadura, cujo índice foi calculado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições para cada amostra de sementes. A comparação das médias obtidas nos testes foi através do teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da primeira contagem de germinação possibilitaram classificar os acessos com relação à tolerância ao frio na fase da germinação, indicando os acessos BGH FV – 11 e BGH FV – 90 como os mais vigorosos (Tabela 1). Este vigor é considerado devido à capacidade que algumas sementes tem em germinar mais rápido mesmo sob condições adversas (SENA *et al.*, 2017).

Tabela 1 - Primeira contagem de germinação (PCG), porcentagem de germinação (G%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Phaseolus lunatus* L. como parâmetro de avaliação da qualidade fisiológica

Acessos	PCG	G%	IVG
BGH FV - 19	34b	44b	2,18b
BGH FV - 68	20c	52b	2,562b
BGH FV - 52	19c	58b	2,852a
BGH FV – 13	44b	67a	3.330a
BGH FV - 73a	24c	64a	3,135a
BGH FV - 90	46a	51b	2,562b
BGH FV - 39a	27c	64a	3,145a
BGH FV - 89	43b	57b	2,842a
BGH FV - 38	21c	44b	2,175b
BGH FV - 11	53a	59a	2,955a

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott

Ao observarmos os dados de germinação e índice de velocidade de germinação na Tabela 1, notamos que há a existência de variabilidade entre os

genótipos estudados, desta forma, podemos destacar os acessos BGH FV – 13, BGH FV – 73a, BGH FV – 39a e BGH FV – 11 como aqueles que apresentaram resultados promissores, por terem os melhores valores nestes dois parâmetros de avaliação da qualidade germinativa. Para Santos *et al.* (2014) o teste de germinação a frio também foi eficiente para discriminar sementes crioulas de feijão.

Os resultados obtidos no presente trabalho garantiram a diferenciação dos acessos de sementes da fava de acordo com a qualidade germinativa, ou a viabilidade, uma vez que, as baixas temperaturas na germinação, submetem as sementes às condições adversas e aquelas que conseguem apresentar melhores desempenho são considerados genótipos promissores (MARCOS FILHO, 2015; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

4 CONCLUSÃO

O maior desempenho germinativo foi observado entre os acessos BGH FV – 13, BGH FV – 73a, BGH FV – 39a e BGH FV – 11.

REFERÊNCIAS

BARROS, S. R. B.; DIAS, M. C. L. L.; CICERO, S. M.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de frio. *In*: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNPV/CLAV, 2009. 365 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M. Teste de germinação a baixa temperatura. *In*: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J. de B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 7, p.1-4.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Germinação. *In*: **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2015. cap. 8, p. 269-365.

OLIVEIRA, G. L.; HILST, P. C.; SILVA, L. J.; SEKITA, M. C.; DIAS, D. C. F. S. Teste de frio para avaliação do potencial fisiológico de sementes de pinhão manso

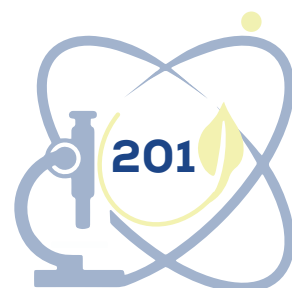


(*Jatropha curcas*L.). **Bioscience Journal**, [s. l.], v. 31, n. 2, p. 509-517, 2015.

SANTOS, M. **Qualidade fisiológica e bioquímica de sementes de feijão crioulo em condições de estresse por frio**. 2014. 153 f. Dissertação (Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

SENA, D. V. A.; ALVES, E. U.; MEDEIROS, D. S. Vigor tests to evaluate the physiological quality of corn seeds cv. 'Sertanejo'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 3, 2017.

SILVA, J. D. L. **Diversidade, estrutura e erosão genética do feijão-fava (*Phaseolus Lunatus*) no Nordeste do Brasil**. 2020. 124 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Agronomia- Agricultura Tropical, Teresina, PI, 2019.



GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE ACESSOS DE *PHASEOLUS LUNATUS* L. SUBMETIDAS A TEMPERATURA ELEVADA

Rafael Luis de Oliveira¹

João Paulo Amorim dos Santos²

Moab Elpidio dos Santos³

1 INTRODUÇÃO

O feijão-fava apresenta considerável importância alimentar em diversos países no mundo (SILVA, 2019). Segundo Ogechukwu e Ikechukwu (2017), esta cultura é uma importante fonte de proteína, é rica em antioxidantes, vitaminas, minerais, e esteróis vegetais. Por ser uma espécie vegetal com elevado potencialidade nutricional, seria importante melhorar a sua disponibilidade para a população.

Levando-se em consideração esta necessidade de se melhorar a produção de grãos da fava, salienta-se da importância de se utilizar de técnicas e tecnologias que garantam uma elevada produtividade, não esquecendo que o sucesso disto, dependerá dentre outros aspectos, principalmente do estabelecimento das plântulas no campo, fator este diretamente influenciado e determinado pela qualidade e capacidade germinativa das sementes.

Em busca de sementes mais vigorosas, hoje em dia podem ser realizados uma série de testes buscando-se mensurar esta qualidade, de acordo com isto, nota-se que as sementes com elevado potencial são aquelas que sob condições

¹ Filiação: Universidade Federal do Cariri. Email: rafael.oliveira@aluno.edu.ufca.br

Financiamento: UFCA

² Filiação: Universidade Federal do Cariri. Email: jpegdossantos@gmail.com

Financiamento: UFCA

³ Filiação: Universidade Federal do Cariri. Email: moab.elpidio@aluno.ufca.edu.br

Financiamento: UFCA



ótimas ou estressantes conseguem apresentar uma máxima germinação em menor tempo possível, sendo estas características buscas constantes daqueles envolvidos na cadeia produtiva de qualquer cultura (NASCIMENTO, 2000).

Com relação ao desempenho germinativo ou a avaliação do vigor, existe uma temperatura, na qual a germinação ocorre em maiores porcentagens, sendo as temperaturas de estresse modificadoras deste desempenho germinativo, podendo ser utilizadas como uma das formas de se diferenciar lotes de sementes com relação ao vigor (DELOUCHE, 2004). Até porque a qualidade das sementes é determinada por fatores genéticos, físicos e fisiológicos e pode ser modificada por fatores abióticos, trazendo o uso de elevadas temperaturas na germinação, como uma forma de avaliar a potencialidade das sementes, quando germinam sob estas condições (PEREIRA *et al.*, 2007).

De acordo com isto, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da temperatura elevada na germinação e no vigor de sementes de diferentes acessos de *Phaseolus lunatus* L. armazenadas em banco de germoplasma.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de Biologia da Universidade Federal do Cariri (UFCA), campus Crato (Figura 1), com duração de 28 dias, entre os meses de outubro e novembro de 2021. As sementes utilizadas foram armazenadas no ano de 2016 em câmara fria com temperatura controlada entre 10 e 13°C e acondicionadas em garrafas pet, onde cada variedade da fava foi identificada com códigos de acesso, nome científico e dados da sua origem.

Teste de germinação: Foi conduzido em germinador do tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.), regulado nas temperaturas constantes de 40°C. Para cada tratamento foram utilizadas 100 sementes tratadas previamente com fungicida Cercobin® 700 wg, logo em seguida as amostras foram divididas em quatro repetições de 25 sementes e distribuídas sobre duas folhas de papel tipo Germitest® umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco e, posteriormente foram cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolo. Para evitar as perdas de água por evaporação, os rolos foram colocados em sacos plásticos, sendo as contagens realizadas

diariamente do terceiro dia até o vigésimo oitavo dia da instalação do teste (onde a contagem do número de plântulas emersas encontrava-se estabilizadas), cujo o critério utilizado foi de plântulas normais e os resultados obtidos foram expressos em porcentagem.

Primeira contagem: Realizada conjuntamente com o teste de germinação, consistiu do registro das porcentagens de plântulas normais verificadas na primeira contagem do teste de germinação, efetuada no quarto dia após a semeadura, seguindo as indicações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Índice de velocidade de germinação: a sua determinação foi mediante contagens diárias do número de sementes germinadas, no mesmo horário, dos 13 aos 25 dias após a semeadura, cujo índice foi calculado de acordo com a fórmula proposta por MAGUIRE (1962).

Delineamento experimental: foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições para cada amostra de sementes. A comparação das médias obtidas nos testes foi através do teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de germinação possibilitaram classificar os acessos com relação à tolerância ao calor na fase de germinação, os acessos BGH FV - 52, BGH FV - 73a e BGH FV - 13 se destacaram como mais vigorosos (TABELA 1). Este vigor é considerado devido à capacidade que algumas sementes tem em germinar mais rápida mesmo sob condições adversas (SENA *et al.*, 2017)

Ao observamos a Tabela 1, nota-se a existência de variabilidade e bons resultados com relação ao potencial das sementes entre os genótipos estudados, além disto permiti-nos separar alguns acessos considerados mais promissores, sendo estes: BGH FV - 52, BGH FV - 73a, BGH FV - 13, BGH FV - 68 e BGH FV - 90, por apresentarem as maiores porcentagens de germinação e índice de velocidade de germinação. Sob condições de estresse o índice de velocidade de germinação pode ser elevado como foi visto no presente trabalho, e isto pode ter acontecido devido a um fator adaptativo da espécie ou porque sob condições adversas as sementes mais vigorosas conservam e conseguem expressar a sua capacidade

de originar plântulas normais em uma velocidade mais rápida (MARCOS FILHO, 2015; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). De forma contrária ao que foi observado neste trabalho, Nascimento *et al.* (2019) ao avaliarem o potencial fisiológico de e quatro cultivares da fava (Branca, Orelha de Vó, Rosinha e Roxinha) detectaram que a germinação das sementes reduziu quando estas foram submetidas a temperaturas elevadas.

Tabela 1 - Primeira contagem de germinação (PCG), porcentagem de germinação (G%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Phaseolus lunatus* L. como parâmetro de avaliação da qualidade fisiológica

Acessos	PCG	G%	IVG
BGH FV - 19	56,5c	72b	3,610b
BGH FV - 68	77b	82b	4,130b
BGH FV - 52	97a	97a	4,897a
BGH FV - 13	92a	92a	4,645a
BGH FV - 73a	92a	97a	4,645a
BGH FV - 90	84b	89a	4,485a
BGH FV - 39a	32e	33d	1,665d
BGH FV - 89	73b	74b	3,732b
BGH FV - 38	79b	79b	3,987b
BGH FV - 11	82b	83b	4,187b

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott

4 CONCLUSÃO

Os acessos BGH FV - 52, BGH FV - 73a e BGH FV - 13 de *Phaseolus lunatus* L. são considerados promissores, por não reduzirem seu vigor quando submetidas ao teste de germinação sob temperatura elevada.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNPV/CLAV, 2009. 365 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.



DELOUCHE, J. O problema nem sempre é a qualidade das sementes. **SeedNews**, [s. l.], n. 8, 2004.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p.

NASCIMENTO, M. G. R; SILVA, M. L. M; ALVES, E. U; RODRIGUES, C. M. Physiological potential of *Phaseolus lunatus* L. seeds subjected to water stress at different temperatures. **Semina: Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 40, n. 6, p. 2877-2890, 2019.

NASCIMENTO, W. M. Temperatura x Germinação. **SeedNews**, [s. l.], n. 4, p. 44-45, 2000.

OGECHUKWU, C. O., KECHUKWU, J. O. Effect of heat processing treatments on the chemical composition and functional properties of lima bean (*Phaseolus lunatus*) flour. **American Journal of Food Sciences and Nutrition**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 14-24, 2017.

PEREIRA R. S; NASCIMENTO, W. M; VIEIRA, J. V. Germinação e vigor de sementes de cenoura sob condições de altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, [s. l.], v. 25, n. 2, 2007.

SILVA, J. D. L. **Diversidade, estrutura e erosão genética do feijão-fava (*Phaseolus Lunatus*) no Nordeste do Brasil**. 2020. 124 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Agronomia- Agricultura Tropical, Teresina, PI, 2019.

EFEITO DA ENERGIA DE SOLDAGEM NAS PROPRIEDADES DO AÇO AISI 5160

Almir Herisson Costa dos Santos¹

Sabrina Moraes de Alcântara²

Carlos Marley de Souza Junior³

1 INTRODUÇÃO

A soldagem é o mais importante processo industrial de fabricação de peças metálicas. Os processos de soldagem podem ser utilizados desde a fabricação à recuperação de peças. Suas aplicações são diversas: cortes de peças, aplicação de revestimentos, união metálica, entre vários outros. Esse grande sucesso se dá, entre outros fatores, pelo estudo contínuo para uma prática mais simples e com custos cada vez menores (MONDENESI, 2012).

A soldagem é considerada um método de união, com inúmeros métodos e variações, visando a fabricação, recuperação, corte ou para formação de revestimentos (MONDENESI, 2012). Para a American Welding Society (AWS), a soldagem é definida como operação que visa obter a coalescência localizada, produzida pelo aquecimento até uma temperatura adequada, com ou sem a aplicação de pressão e de metal de adição. Entretanto, devido aos variados métodos e aplicações, há várias definições diferentes quando se trata de soldagem, algumas menos e outras mais completas.

O presente trabalho tem o objetivo de investigar quais variações de propriedades podem ser observadas com a variação de parâmetros da operação de soldagem podem ocorrer nas regiões soldadas, e quais os impactos nas propriedades mecânicas a com a variação de energias de soldagem.

¹ Universidade Federal do Cariri almir.santos@aluno.ufca.edu.br

² Universidade Federal do Cariri sabrina.morais@aluno.ufca.edu.br

³ Universidade Federal do Cariri marley.souza@ufca.edu.br

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Um dos processos de soldagem mais utilizado é o processo Metal Inert Gas (MIG) e Metal Active Gas (MAG), ou Gas Metal Arc Welding (GMAW). Este processo é tão popular devido ao baixo custo e facilidade de operação. Neste processo o calor é gerado por um arco elétrico estabelecido entre a peça e um consumível na forma de arame. O arco funde continuamente o arame à medida que a poça de fusão é alimentada. A poça de fusão é protegida por um gás inerte (MIG) ou ativo (MAG). Normalmente há controle da corrente, que pode ultrapassar 600 A, enquanto a tensão varia entre 15 V até 32 V. O arco elétrico autocorrigido e estável é obtido com o uso de uma fonte de tensão constante e com um alimentador de arame com velocidade constante.

Para todos os métodos de soldagem há uma característica em comum: o estresse sofrido pelo material. Após o processo, a peça pode ser resfriado à taxas diferentes, já que a temperatura é maior em regiões mais próximas à Zona Fundida (ZF), portanto a taxa de resfriamento é menor conforme se distancia dessa região. Esse resfriamento ao ar, que é comum de ocorrer, pode gerar no material fases indesejadas. Um exemplo é a formação de fase sigma em aços inoxidáveis, que causa fragilização e até inutilização de peças, em determinadas concentrações de Cromo.

Na maioria dos processos de soldagem, a junta soldada precisa ser aquecida até uma temperatura adequada. Para isso, são utilizados arcos elétricos ou chama, com temperatura entre 1.000 °C e 20.000 °C, concentrados em uma região muito pequena e, portanto, com elevada intensidade. A aplicação deste calor intenso causa gradientes de temperatura na solda e nas regiões adjacentes, a depender de como o calor é difundido e dissipado pela peça soldada.

Segundo Modenesi (2012), estas variações de temperatura, além de causar a fusão e solidificação do cordão de solda, variações dimensionais e metalúrgicas também são esperadas. São comuns:

- Tensões Residuais e Distorção;
- Deterioração das propriedades mecânicas, físicas e químicas;
- Formação de trincas.

Estes efeitos são diretamente afetados pelos parâmetros de soldagem. Dentre todas as variáveis, três são muito comuns e muito importantes em todos os métodos por Arco Elétrico: Velocidade, tensão e corrente. Juntos, estes três parâmetros determinam a Energia de Soldagem (H), segundo Mondenesi (2012) definida como:

$$H = q = q/t = P = UI \quad (\text{eq. 1})$$

$$L \quad L/t \quad v \quad v$$

onde q é a energia gerada pela fonte, L é o comprimento da junta, t é o tempo de soldagem, P é a potência (energia/tempo), v é a velocidade de soldagem, U e I são, respectivamente, tensão e corrente da fonte. H é expresso em kJ/mm ou kJ/cm.

O aço utilizado no presente trabalho trata-se do AISI 5160, comumente utilizado na fabricação de molas para o sistema de suspensão de veículos. Sua principal característica é resistir a grandes esforços de torção ou flexão sem deformar-se permanentemente. Os principais elementos de sua composição química são Ferro (97%), Manganês (0,75-1,00%), Cromo (0,7-0,9%) e Carbono (0,56-0,64%).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a produção das amostras, o AISI 5160 adquirido em “Sucatões” automotivos, foi cortado em uma Policorte, com comprimento entre 13 e 15 cm (figura 4), e tratado termicamente por uma hora a 1100°C em forno e resfriado abruptamente em água. Após esse processo, foi formada na superfície das amostras uma camada de óxidos, que foi removida, pois dificultaria a abertura de arco e causaria a contaminação da poça de fusão. Todo o processo foi feito no Laboratório de Metais da Universidade Federal do Cariri (UFCA).

Para a produção dos cordões de solda, foi utilizado uma Máquina de Solda Multiprocessos Brax EasyMig200. Para o processo GMAW, foi utilizado o arame AWS ER70S-6 e gás de solda com Dióxido de Carbono e Argônio com vazão de 10 L/min. Os parâmetros de soldagem são: tensão de 23 V e corrente de 180 A. Foram utilizadas as velocidades de 7,5 mm/s, 5,0 mm/s e 2,5 mm/s, de forma a obter diferentes energias de soldagem, listados na Tabela 1.

Tabela 1 - Energias de Soldagem

2,5 mm/s	1,6 kJ/mm
5,0 mm/s	0,83 kJ/mm
7,5 mm/s	0,50 kJ/mm

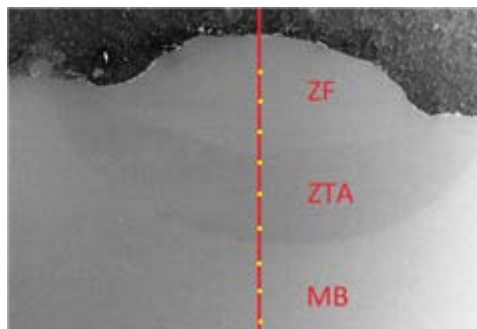
Fonte: autoria própria (2022).

Posteriormente, os corpos de prova soldados foram submetidos ao corte para obtenção dos perfis de soldagem. Para isso, o corte é feito perpendicularmente ao cordão de solda sob resfriamento. Foram feitas juntas com 10 cm de comprimento e cortadas a cada 2,5 cm, para que possa também ser verificado se houve variações nas estruturas geradas ao longo do cordão de solda.

O ensaio de dureza foi realizado no Laboratório de Ensaios da UFCA, utilizando um microdurômetro Vickers. Foram medidas durezas ao longo do cordão, a cada 0,5 mm, de forma a obter o perfil de dureza, ao longo da linha vermelha, ilustrada na Figura 1, obtida através de microscopia eletrônica de varredura, no Laboratório de Caracterização de Materiais da UFCA. Os pontos amarelos ilustram as posições onde foram efetuadas as penetrações. O microdurômetro também foi utilizado como ferramenta para medir a largura da ZTA.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A figura 2 mostra os resultados obtidos pelo ensaio de microdureza. Nela podemos ver como a dureza variou ao longo do perfil de soldagem, ou seja, a dureza nas três principais regiões da soldagem: Metal de Base (MB), Zona Termicamente Afetada (ZTA) e Metal de Solda (MS). Cabe ressaltar que o ensaio de dureza feito com uma amostra não submetida ao processo de soldagem, que chamaremos de padrão. Foi observada uma dureza de 452,6 HV.

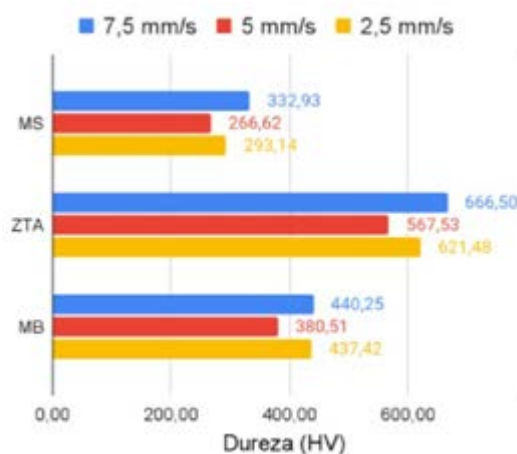
Figura 1 - Obtenção do perfil de dureza e ilustração das zonas de soldagem

Fonte: Própria (2022).

No metal de base, podemos admitir uma diferença em torno de 12 HV entre a amostra padrão e as amostras submetidas ao processo de soldagem. Essa diferença não é significativa para afirmarmos que o processo de soldagem afetou o metal de base, o que era de se esperar, visto que, por definição, essa região não é afetada pelo calor da soldagem (MONDENESI, 2012).

A zona termicamente afetada teve um aumento significativo da sua dureza. Segundo Dutra (2015), a taxa de resfriamento dessa zona pode favorecer a formação de uma microestrutura martensítica. Podemos notar também que energias de soldagem maiores podem favorecer a diminuição da dureza.

No metal de solda, a dureza foi reduzida em relação ao padrão. As taxas de resfriamento, temperaturas acima da temperatura crítica e diluição do metal de adição são fatores que afetaram a dureza dessa região.

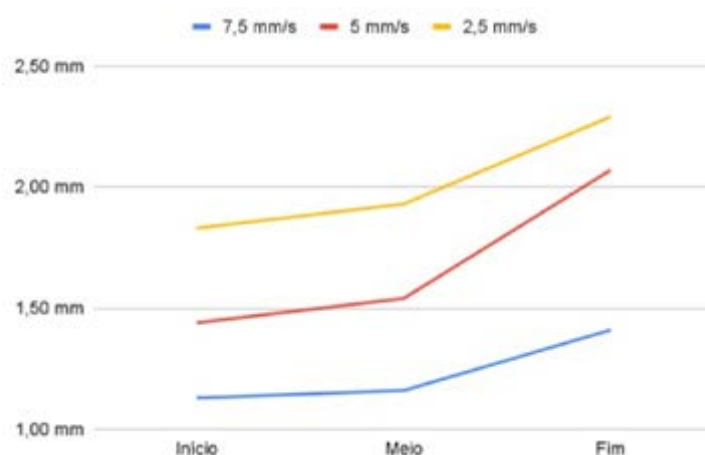
Figura 2 - Dureza ao longo do perfil de solda

Fonte: autoria própria (2022).

É importante notar que a dureza da amostra com 5 mm/s foi abaixo da 2,5 mm/s e 7,5 mm/s, quando na verdade deveria estar entre elas. Isso pode ter ocorrido por uma variação na composição química da amostra ou variação no processo de têmpera. Isso pode ser verificado pela dureza do metal de base, que não foi afetado pela soldagem, mas, mesmo assim, apresenta dureza inferior.

A figura 3 mostra como se comportou a largura da ZTA no início, meio e fim do cordão, para as três energias de soldagem.

Figura 3 - Largura da Zona Termicamente Afetada



Fonte: Própria (2022).

Podemos observar que a largura da ZTA aumenta conforme se aproxima do fim da peça. No início do cordão, a peça quase não teve nenhum aquecimento, pois a fonte de calor está na peça por poucos segundos. No final do cordão, a peça já estava exposta à fonte de calor por um período muito maior, que fez com que aquela região que estava sendo soldada estivesse pré aquecida, facilitando a penetração do cordão de solda e promovendo um aumento da ZTA.

Pode-se observar também que um aumento da energia de soldagem faz com que a ZTA aumente de tamanho, pois uma maior área atingirá temperaturas suficientes para serem afetadas pelo calor da soldagem.

5 CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho permitiram validar positivamente o que era de se esperar, trazendo resultados quantitativos dos efeitos da energia de soldagem no aço AISI 5160. Além da sua baixa soldabilidade, que dificulta e diminui a qualidade da soldagem, o processo promove a formação de microestruturas frágeis (martensita), que torna este tipo de aço contraindicado para soldagem em sua principal aplicação.

Também há indícios de que um aumento da energia de soldagem pode diminuir a concentração de martensita, mas causaria um aumento da ZTA, zona fragilizante.

Sugestão para trabalhos futuros que possam contornar os problemas gerados: confirmar e quantificar a martensita proveniente do processo de soldagem; avaliar tratamentos térmicos pós soldagem que possam reduzir a fragilização da peça; utilização de metais de adição alternativos; utilização de processos de soldagem alternativos e com diferentes polaridades.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal do Cariri pelo fomento à pesquisa e disponibilidade dos laboratórios.

REFERÊNCIAS

DUTRA, W. T. **Soldagem à arco assistida por pré-aquecimento indutivo localizado**. 2015. Graduação (Curso de Engenharia Metalúrgica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

MONDENESI, P. J. **Introdução à Metalurgia da Soldagem**. Belo Horizonte: UFMG, 2012. 209 p.

SIMULAÇÃO DE DIAGNÓSTICOS EM AIAS

Wanderson Valentim Tavares¹

Camila Helena Souza Oliveira²

1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento da população é um fenômeno natural que traz novas demandas aos poderes públicos de um país. Portanto, os países precisam pensar soluções que possam oferecer a essa parcela da população meios de conservar sua autonomia e melhorar a sua qualidade de vida. Conforme o Relatório Mundial do Alzheimer (PRINCE *et al.*, 2015), o número de pessoas com demência em 2015 era de 46,8 milhões e estima-se que em 2050 esse número subirá para 131,5 milhões de pessoas.

É nesse contexto que surgem os Ambientes Inteligentes e Assistidos (AIAs). O desenvolvimento de AIAs pode auxiliar e garantir uma melhor qualidade de vida a essa população. Os AIAs são compostos por sensores que visam monitorar fenômenos que ocorrem em um determinado local e a partir dos dados coletados tomarem decisões como acender uma luz, fechar uma porta, etc. Esses sensores formam uma Rede de Sensores Sem Fio (RSSF) que, segundo Gutiérrez (2019), por ser formada de dispositivos que possuem componentes eletrônicos frágeis e limitados em bateria, são redes propícias a falhas.

Desta forma, a detecção de falhas nas RSSF inseridas em AIAs é essencial, pois um erro no serviço oferecido pelo AIA pode causar danos irreparáveis às pessoas assistidas. Devido à importância deste problema, surgiram vários estudos relacionados a esse tópico. Em Zidi (2018) é utilizado Máquinas de

¹ Bolsista PIBIC/FUNCAP no Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica da UFCA Universidade Federal do Cariri, wanderson.valentim@aluno.ufca.edu.br e FUNCAP.

² Orientador(a) Universidade Federal do Cariri, camila.oliveira@ufca.edu.br e FUNCAP.



Vetores de Suporte (SVMs) para criar uma função de decisão utilizada para identificar sensores defeituosos. Já em Zhang (2018) é feito uma análise sobre diferentes abordagens de detecção de falhas, listando seus méritos e limites. Em He *et al.* (2018) é proposto um método para diagnóstico de falhas baseado em *Belief Rule Base* (BRB). Contudo, esses estudos não consideram as particularidades dos AIAs que são construídos de forma personalizada conforme a necessidade e realidade de cada usuário. Com base nisso, o objetivo central do projeto é desenvolver uma solução de diagnóstico em AIAs que considera as particularidades de cada ambiente.

Nosso projeto de detecção de falhas é dividido em duas partes. A primeira parte é composta pelo componente Monitor, um algoritmo responsável por detectar e diagnosticar falhas em AIAs. Detalhes dessa solução, baseada na construção de modelos Bayesianos, pode ser encontrada em Morais (2021). A segunda parte é o ambiente de simulação que busca testar o desempenho do Monitor em um cenário o mais próximo possível da realidade. Neste artigo vamos nos concentrar no desenvolvimento desta segunda parte.

2 DESENVOLVIMENTO

No contexto do nosso projeto, a avaliação da solução proposta poderia ser feita de duas formas: com o uso de um Testbed ou em um ambiente de simulação. Embora a utilização de um Testbed fosse a forma mais fiel e eficaz para avaliar o desempenho do Monitor, é uma alternativa que demanda um alto investimento financeiro não disponível para o projeto no momento de seu desenvolvimento. Então, optamos pelo desenvolvimento de um ambiente de simulação que procura se aproximar ao máximo do funcionamento dos sensores dentro de um ambiente inteligente real.

O Monitor consegue detectar e diagnosticar três tipos de falhas nas RSSFs: falhas de comunicação, falhas físicas e esgotamento da bateria. Visando avaliar o desempenho no diagnóstico encontrado pelo Monitor, nosso ambiente de simulação deve simular um AIAs em três situações diferentes: I - quando nenhum sensor apresenta falha, II - quando um sensor apresenta um problema e III - quando dois sensores apresentam problemas.

2.1 Funcionamento

Para execução dos testes no ambiente de simulação, três informações fundamentais precisam ser dadas como entrada: o número de falhas, o horário do dia e o número de vezes que aquele teste será executado. Essas informações são fornecidas por uma GUI (*Graphical User Interface*). É importante ressaltar que, nos casos onde as situações simuladas têm falhas, os sensores e as falhas são escolhidos aleatoriamente a cada repetição.

Em um ambiente real os sensores são ativados e essas informações são enviadas a um Banco de Dados (BD) para serem usadas posteriormente pelo Monitor no seu processo de diagnóstico da rede. O envio dessas informações, no entanto, não é feito de forma simultânea por todos os sensores, algumas informações chegam antes que outras. Isso acontece porque os sensores não são ativados todos exatamente no mesmo momento. Dessa forma, para simular esse comportamento, definimos o conceito de ondas que será implementado tanto na solução do Monitor quanto no ambiente de simulação.

Uma onda define os valores dos sensores ativados quando um determinado cenário é executado dentro de um AIA. Nas simulações, trabalhamos com duas ondas, onde a primeira representa o envio dos dados dos sensores ativados primeiro, e a segunda onda com os valores dos sensores ativados posteriormente, e daqueles sensores que por ventura tiveram falha de comunicação durante o envio da primeira onda.

Uma vez definido o tipo de situação (I, II ou III) e as variáveis necessárias para configurar os testes, o simulador vai gerar dados correspondentes ao funcionamento dos sensores em um cenário específico dentro do AIA e enviá-los ao BD. Os cenários serão escolhidos aleatoriamente a partir de um conjunto de cenários extraídos do estudo de caso definido para avaliar o Monitor. Exemplos dos cenários serão discutidos mais adiante.

2.1.1 Falhas Simuladas

A falha de comunicação ocorre quando o dado de ativação de um sensor não chega ao BD no momento previsto. Isso se dá por diversos motivos, podendo ser causado por uma interferência ou até mesmo pela perda da informação.

As falhas físicas ocorrem quando o sensor apresenta problema em algum componente físico. Já o problema de bateria acontece quando o sensor não tem mais carga e não consegue monitorar o ambiente.

No ambiente de simulação, a falha de comunicação é simulada através do envio do estado do sensor apenas na segunda onda. No caso das falhas físicas e do esgotamento da bateria, como os sensores no ambiente real não enviaria nenhuma informação, nosso algoritmo apenas envia o valor correspondente ao estado inativo do sensor. Isto é necessário para podermos manter os valores do BD coerente com os valores que estariam armazenados no BD de um AIA real.

2.1.2 Banco de dados

No banco de dados cada linha representa os dados de um sensor ou atuador. Para cada dispositivo é registrado o seu identificador (id), o valor (value) representando seu estado, ativo ou inativo, e o tempo (log time) em que essa informação chegou no banco de dados. Além disso, quando se tratar de um dispositivo que depende de bateria, o nível de bateria também é enviado e armazenado no BD.

A cada teste executado, o ambiente de simulação envia o valor do estado do sensor para o BD que aciona um trigger para notificar o Monitor da chegada de novos dados. Essa notificação é usada para simular a chegada dos valores de estados dos sensores sempre que eles são ativados.

2.2 Cenários simulados

Para testar o desempenho do Monitor, definimos o seguinte estudo de caso:

Estudo de caso: Uma mulher de 64 anos diagnosticada com Alzheimer que apresenta episódios de sonambulismo. A filha deseja que sua mãe seja guiada para a saída do quarto de forma segura durante seus episódios.

O estudo de caso busca definir uma situação onde um AIA possa ser usado para oferecer um serviço de assistência personalizado. Para atender corretamente os requisitos propostos neste estudo de caso, o quarto da senhora

deve ser equipado com os seguintes sensores e atuadores: movimento, beam, pressão, luminosidade, lamp e lightpath.

O sensor de movimento fica instalado no teto do quarto e procura detectar todas as movimentações feitas pela senhora assistida. O sensor beam fica instalado na porta de entrada do quarto e pretende detectar se a senhora entrou ou saiu do quarto. Já o sensor de pressão fica instalado debaixo do colchão para identificar quando a senhora se levanta. O sensor de luminosidade é usado para detectar se houve alteração na luminosidade, ou seja, se os atuadores foram ativados. Os atuadores lamp e lightpath são empregados para guiar a senhora até a saída do quarto, iluminando o caminho.

A partir deste estudo de caso foram definidos 10 cenários que descrevem situações normais no AIA. Eles estão divididos em dois grupos, os cenários que ocorrem durante o dia e os cenários que ocorrem à noite. Essa divisão é importante porque a assistência só é ativada quando a senhora deita para dormir. Entretanto, o Monitor deve diagnosticar falhas mesmo quando os atuadores lamp e lightpath não são ativados, ou seja, durante o dia.

Cada cenário corresponde a uma ação que vai ocorrer dentro do AIA considerando o estudo de caso definido. Nós definimos cada cenário com a descrição da ação executada e com uma tabela composta por três colunas: a primeira correspondendo ao nome dos dispositivos (sensores e atuadores); a segunda correspondendo aos valores dos dispositivos antes da ação ocorrer; e a terceira representando os valores dos dispositivos quando a ação é executada. Nas tabelas, o valor 1 representa o estado ativo e o valor 0, o inativo.

2.2.1 Cenários Diurnos

Nesses cenários, ainda que os sensores captem as informações do ambiente, o serviço de assistência (ligar os atuadores lamp e lightpath) não será ativado. No entanto, como os sensores continuam ativos, eles continuam enviando informações normalmente para o BD tornando possível para o Monitor detectar falhas na rede em qualquer período do dia. Por questão de limite de espaço, segue exemplo de apenas um dos cenários diurnos testados em nosso ambiente de simulação.

Tabela 1 - Ação: senhora acorda, levanta-se da cama e sai do seu quarto

Sensor/Atuador	Antes	Durante
Movimento	0	1
Beam	0	1
Pressão	1	0
Luminosidade	0	0
Lamp	0	0
Lightpath	0	0

Fonte: Própria (2022).

2.2.3 Cenários Noturnos

Esses são os principais cenários, pois é durante a noite que o serviço de assistência é ativado. Neste caso, com as informações coletadas pelos sensores, o serviço de assistência do AIA decide se os atuadores devem ser ativados ou não. Observe que neste caso os valores de estados dos dispositivos diferem daqueles mostrados no cenário diurno.

Tabela 2 - Ação: Senhora acorda, levanta-se da cama e sai do seu quarto

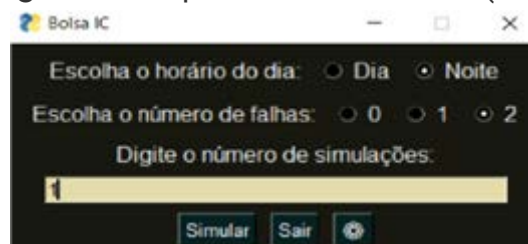
Sensor/Atuador	Antes	Durante
Movimento	0	1
Beam	0	1
Pressão	1	0
Luminosidade	0	1
Lamp	0	1
Lightpath	0	1

Fonte: Própria (2022).

3 RESULTADOS

O resultado da implementação do nosso ambiente de simulação é mostrado na Figura 1. Ao executar o código implementado, obtemos acesso primeiramente a uma GUI que oferece a possibilidade de definir todas as variáveis para construção do modelo de simulação desejado. Uma vez definidos os parâmetros, a simulação é executada e os dados são gerados e enviados para o BD.

Figura 1 - Graphical User Interface (GUI)



Fonte: Própria (2022).

Os dados gerados são armazenados no BD, em seguida, utilizados pelo Monitor para detectar e diagnosticar possíveis falhas na rede. O ambiente de simulação garante assim total transparência, de forma que o Monitor terá acesso às informações dos sensores como se estas informações tivessem sido de fato enviadas pelos dispositivos.

O ambiente de simulação cria também um log com todos os cenários gerados aleatoriamente para que a taxa de acerto dos diagnósticos feitos pelo Monitor possa ser calculada posteriormente à execução dos testes.

4 CONCLUSÃO

Nesse artigo apresentamos o desenvolvimento do ambiente de simulação necessário para a avaliação de desempenho do componente Monitor, principal contribuição do nosso projeto. A criação desse ambiente de simulação buscou se aproximar das características reais de um AIA possibilitando uma análise fiel e precisa do diagnóstico feito pelo Monitor nas RSSFs empregadas nesses ambientes.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo apoio financeiro oferecido ao projeto através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC).



REFERÊNCIAS

GUTIÉRREZ, S.; PONCE, H. An Intelligent Failure Detection on a Wireless Sensor Network for Indoor Climate Conditions. **Sensors**, [s. l.], v. 19, n. 4, p. 854, 19 fev. 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/19/4/854>. Acesso em: 18 ago. 2022.

HE, W. *et al.* A New Belief-Rule-Based Method for Fault Diagnosis of Wireless Sensor Network. **IEEE Access**, [s. l.], v. 6, p. 9404-9419, 2018. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8300529>. Acesso em: 18 ago. 2022.

MORAIS, Lilia S. da S.; SILVA, Maria A.; OLIVEIRA, Camila H. S. Auto-Gerenciamento de Falhas no Contexto de Ambientes Inteligentes e Assistidos: Uma Abordagem Baseada em Redes Bayesianas. *In*: ESCOLA REGIONAL DE COMPUTAÇÃO DO CEARÁ MARANHÃO E PIAUÍ, 9., 2021, Quixadá. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 33-40. DOI: <https://doi.org/10.5753/ercemapi.2021.17905>. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/ercemapi/article/view/1790>. Acesso em: 18 ago. 2022.

PRINCE, M. J.; WIMO, A.; GUERCHET; M. M.; ALI, G. C.; WU, Y-T.; PRINA, M. **World Alzheimer Report 2015 - The Global Impact of Dementia: An analysis of prevalence, incidence, cost and trends.** Alzheimer's Disease International, [s. l.], 2015. Disponível em: [https://kclpure.kcl.ac.uk/portal/en/publications/world-alzheimer-report-2015--the-global-impact-of-dementia\(ae525fda-1938-4892-8daa-a2222a672254\).html](https://kclpure.kcl.ac.uk/portal/en/publications/world-alzheimer-report-2015--the-global-impact-of-dementia(ae525fda-1938-4892-8daa-a2222a672254).html). Acesso em: 18 ago. 2022.

ZHANG, Z. *et al.* A Survey on Fault Diagnosis in Wireless Sensor Networks. **IEEE Access**, [s. l.], v. 6, p. 11349-11364, 2018. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8283753>. Acesso em: 18 ago. 2022.

ZIDI, S.; MOULAH, T.; ALAYA, B. Fault Detection in Wireless Sensor Networks Through SVM Classifier. **IEEE Sensors Journal**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 340-347, 1 jan. 2018. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8101556>. Acesso em: 18 ago. 2022.

FORTALECIMENTO DA CULTURA DO ARTESANATO COM FIBRA DE BANANA NA COMUNIDADE DE MULHERES ARTESÃS EM MISSÃO VELHA/CE

Karoline Pereira Barros

Luan Teles Alves

Nícolas Suassuna Guedes

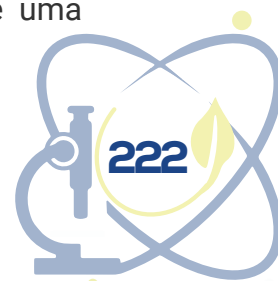
1 INTRODUÇÃO

A argamassa usada em atividades na construção pode sofrer, durante seu endurecimento, fissuras ou rachaduras que prejudicam seu desempenho. Para contribuir na solução desse problema de forma natural e sustentável, o projeto a ser apresentado utiliza as fibras naturais para reforçar a qualidade do produto final, ou seja, da argamassa. Estudos mostraram que as fibras, incluindo a fibra de banana, sendo incorporada a argamassas, contribui para melhorar a resistência à tração, evitando os problemas relacionados anteriormente.

Nesse contexto, pode-se agregar valor ao resíduo de fibra de banana em argamassa, como o que é gerado pelas artesãs de Missão Velha/CE, relevando a importância desse recurso natural e podendo ser economicamente viável a partir de uma visão de sustentabilidade ambiental

Assim, como resultado final a comunidade de mulheres, pode oferecer mais um produto oriundo do resíduo de suas atividades, ou seja, artesanatos de fibra de banana, para ser usado em argamassas. Foi apresentado à comunidade de artesãs alternativas para a utilização dos resíduos descartados de fibra em um novo meio de atividade, favorecendo à economia local, através do autobenefício de uma nova mercadoria.

Segundo Silva *et al.* (2015), existem vários recursos naturais disponíveis para o desenvolvimento de novos materiais e tecnologias. Esses autores ainda afirmam que as vantagens obtidas podem satisfazer economicamente uma



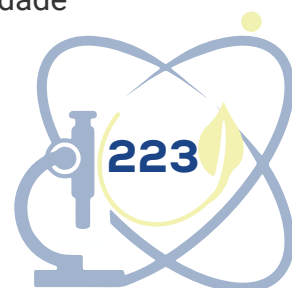
indústria sem causar impacto ambiental. Conforme Ghavami (2009), os materiais industrializados, como cimento, aço e outros, são usados no mundo inteiro, mas essa atividade gera abalo no ecossistema. Este autor afirma que para solucionar esse problema, há recursos naturais que possam ser utilizados no reforço de compósitos cimentícios com o intuito de proporcionar maior resistência e duração, como é o caso das fibras naturais. Segundo Chacko, Hema e Vadivel (2016), estas fibras naturais têm excelentes propriedades físicas e mecânicas e podem ser utilizadas de forma mais eficaz. Os autores ressaltam que, além de serem econômicos (custo zero), sem produtos químicos, a adição de fibras de banana melhoraram significativamente muitas das propriedades do cimento, notadamente resistência à compressão, resistência à tração e resistência à flexão.

Em diversas atividades desenvolvidas pelas artesãs, são gerados resíduos de fibra de banana não utilizáveis em suas artes, visto que sobra uma boa quantidade que conseqüentemente são desperdiçados, não um destino definido. A partir da visão dos autores mencionados no parágrafo anterior, buscou-se formalizar uma proposta de produção mais eficiente sem agredir o meio ambiente através de materiais naturais de menor custo, como a fibra descartadas de banana que pode proporcionar melhoria na resistência à tração e que também beneficia à comunidade nos aspectos ligados à economia, cultura e valorização. Além de valorizar a própria cultura do uso artesanal de fabricação de produtos com este tipo de fibras.

Como o material é bastante acessível, é possível ter demanda suficiente para o estudo, através de ensaios experimentais desses compósitos cimentício, onde o laboratório da UFCA será parceiro na pesquisa. Além disso, no que se refere às pesquisas que vêm sendo realizadas na UFCA sobre aproveitamento de fibras.

O objetivo dessa pesquisa é a viabilização do uso do resíduo de fibra de banana gerada pela atividade de artesanato da comunidade de mulheres artesãs em Missão Velha/CE, na produção de argamassa, onde os objetivos específicos são:

- Conhecer a comunidade de artesãs em Missão Velha/CE;
- Coletar matéria prima para a pesquisa (Resíduo da atividade



- artesanal com fibras de banana);
- Realizar pesquisa experimental com incorporação das fibras de banana em argamassa, a partir de uma revisão bibliográfica sobre este tema;
 - Aplicar as metodologias de ensaios de desempenho nos compósitos com a inclusão de fibras de banana oriundas dessa comunidade de artesãs, em argamassas, tendo como referência pesquisas anteriores que utilizaram a mesma técnica, sob orientação científica do tutor;
 - Acompanhar os resultados dos ensaios através de metodologia de um planejamento experimental;
 - Produzir relatório final do desempenho da fibra de banana e levar este à comunidade;
 - Formatar um portfólio do produto com suas características mecânicas para a comunidade oferecer como produto de suas atividades.

2 METODOLOGIA

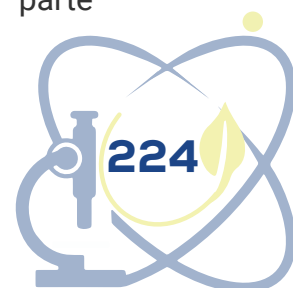
Para a realização do presente estudo, foram definidos alguns procedimentos que, por sua vez, delimitam a metodologia a ser seguida para atender aos objetivos delineados.

Primeiramente, foi feita uma visita à comunidade de mulheres artesãs de Missão Velha. Nessa visita foi possível observar o processo de obtenção da fibra de banana e como era gerado o resíduo.

Após isso, estabeleceu-se uma parceria com a comunidade para possibilitar o recolhimento desse resíduo e assim, posteriormente, serem iniciados os estudos com as amostras obtidas nessa visita.

3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Como tal estudo foi iniciado recentemente, a nossa discussão vem sendo baseada em estudos e métodos a serem aplicados conforme o desenvolvimento do projeto, e para obter resultados excelentes precisaremos fazer a parte



experimental do projeto para dar ênfase ao que iremos apresentar de fato que é sobre fazer e verificar amostras para elaborar uma discussão a respeito da qualidade da fibra na argamassa.

4 CONCLUSÕES

Com o devido estudo acerca das fibras de bananas poderemos notar que pode contribuir para um aumento na resistência à flexão das argamassas. No geral, estudos acerca das argamassas com incorporação de fibras naturais apresentam comportamento positivo em termos de desempenho das propriedades requeridas. Embora seja necessário aprofundar a investigação de tais fibras, as fibras naturais podem ser uma alternativa com potencial para a incorporação em argamassas. Com base no que já temos em mãos, que é o conhecimento local onde as mulheres artesãs fabricam suas artes e a oportunidade de fazermos uma aliança, foi possível conversar sobre o tal projeto e fazer um acordo para termos o fornecimento da fibra de banana.

REFERÊNCIAS

CHACKO, R.; HEMA, S.; VADIVEL, M. Experimental Studies on Coconut Fibre and Banana Fibre Reinforced Concrete. **International Journal of Earth Sciences and Engineering**, [s. l.], v. 9, n. 3, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317822243_Experimental_Studies_on_Coconut_Fibre_and_Banana_Fibre_Reinforced_Concrete. Acesso em: 9 mar. 2022.

GHAVAMI, K. Non-conventional materials and technologies: applications and future tendencies. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NON-CONVENTIONAL MATERIALS AND TECHNOLOGIES, 11., 2009, Bath. **Anais [...]**. Bath: Uk, 2009. p. 1-8.

SILVA, E.; MARQUES, M. L.; FURNARI JUNIOR C.; VELASCO, F. Análise técnica para o reaproveitamento da fibra de coco na construção civil. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, [s. l.], v. 11, n. 3, set./dez. 2015. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/2555>. Acesso em: 9 mar. 2022.

CONTROLE BIOLÓGICO - SOLUÇÃO EM BUSCA DA SUSTENTABILIDADE

João Paulo Ferreira de Lacerda¹

Maria Aline Alberto Gorgonio²

Girlaine Souza da Silva Alencar³

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos a agricultura tradicional foi sendo tomada pela necessidade de eficiência na sua produção. Devido a isto, o uso de produtos químicos para essa finalidade se manteve em constante crescimento. Em 2016, o uso de produtos de alta ou muita periculosidade era 183% maior do que em 2010, enquanto o uso de produtos perigosos ou pouca periculosidade cresceu 156%. Atualmente, cerca de um terço dos agrotóxicos consumidos no país são de alta ou muita periculosidade (MORAES, 2019).

Segundo estudos realizados pela ONG Fase, em parceria com o Instituto de Saúde Coletiva (ISC) e o Núcleo de Estudos Ambientais, Saúde e Trabalho (Neast), da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) (2021), foram encontrados dez tipos de agrotóxicos em três municípios do Mato Grosso, sendo cinco deles proibidos em países da União Europeia, Austrália e Canadá por risco ao meio ambiente e a saúde humana, são eles: atrazina; fipronil; imidacloprido; carbendazim e 2,4 D.

Por mais que possam proporcionar uma vantagem para os agricultores, garantindo uma resposta rápida às pragas, os pesticidas possuem um alto poder destrutivo e o seu uso intensivo pode causar danos irreversíveis. Neste contexto,

¹ Discente do curso de Engenharia Ambiental do Instituto Federal do Ceará/Campus Juazeiro do Norte, Juazeiro do Norte-CE, Brasil, joao.lacerda07@aluno.ifce.edu.br

² Discente do curso de Engenharia Ambiental do Instituto Federal do Ceará/Campus Juazeiro do Norte, Juazeiro do Norte-CE, Brasil, maria.aline08@aluno.ifce.edu.br

³ Professora Titular em Ciências Ambientais do Instituto Federal do Ceará/Campus Juazeiro do Norte, Juazeiro do Norte-CE, Brasil, girlaine@ifce.edu.br



o controle biológico se configura como uma alternativa para o controle de pragas sem o uso de pesticidas.

O controle biológico é uma técnica que utiliza agentes naturalmente presentes no meio ambiente, para o controle de alguma praga específica, doenças ou plantas daninhas (LANDERS; OLIVEIRA, 2018), possibilitando a redução e a substituição do uso de agrotóxicos na agricultura, por isto é uma estratégia muito usada tanto em sistemas agroecológicos, como na agricultura convencional (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

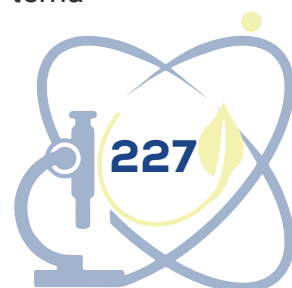
A utilização desta técnica traz benefícios que perpassam desde o campo, onde haverá a garantia da segurança dos aplicadores e a eliminação da contaminação dos recursos naturais, à mesa do trabalhador, proporcionando alimentos mais seguros (LANDERS; OLIVEIRA, 2018). O controle de pragas por meio de inimigos naturais é uma das premissas para a agricultura sustentável, pois evita o uso de produtos tóxicos possibilitando uma relação menos prejudicial entre a atividade agrícola e o meio ambiente.

2 METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma revisão de literatura, com abordagem qualitativa e quantitativa, analisando os seguintes critérios: a eficiência do método, cuidados quanto a aplicação e casos de sucesso no Brasil e seus respectivos dados. Este trabalho tem como objetivo estudar a viabilidade do controle biológico de pragas como uma solução para minimizar o uso de agrotóxicos no sistema agrícola.

A escolha do tema surgiu devido às inquietações quanto ao uso de agrotóxicos na agricultura brasileira e seus possíveis danos ao meio ambiente e à saúde humana. A pesquisa baseou-se em propor uma solução alternativa e ecologicamente sustentável, o controle biológico, o método de controle partiu do livro Primavera Silenciosa, de Rachel Carson.

Foi realizada uma seleção de publicações que melhor abordaram o tema proposto, desde revistas e publicações científicas de 2006 a 2022, mostrando a relevância do tema ao passar dos anos. A busca foi realizada em agosto de 2022 e foram selecionadas 12 publicações, lidas e analisadas de acordo com o tema



proposto, a partir do banco de dados do SciELO - *Scientific Electronic Library Online*; das revistas: RAMA - Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, BJD - *Brazilian Journal of Development*, Revista Plantio Direto e Tecnologia Agrícola e Revista *Thêma et Scientia*; *Entomological Communications*; ECONSTOR; ONG Fase; e Embrapa Agropecuária Oeste.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A utilização de agrotóxicos na agricultura, viabilizando o controle de doenças e pragas, está presente nos mais diferentes cultivos, desde em grandes plantios da indústria agrícola ao pequeno agricultor familiar, as condições de desenvolvimento econômico do Brasil o tornou em um dos maiores consumidores desses químicos. Apesar de possuir características atraentes que em primeira instância mostram-se vantajosas, como a facilidade de aplicação do produto e o seu rápido retorno, o seu uso intensivo promove para o meio ambiente, até mesmo consequências irreparáveis, e graves riscos à saúde humana a partir do envenenamento dos alimentos e exposição crônica, uma vez estando associados a doenças como, Alzheimer, Parkinson, câncer, alterações hormonais e esterilidade (VASCONCELLOS *et al.*, 2020).

Aliando essa facilidade de uso ao sistema vigente de produção capitalista, a utilização em massa dessas substâncias químicas sem perspectivas ecológicas, não levando em conta o estado de equilíbrio dinâmico natureza, vem aos poucos desestabilizando os ecossistemas naturais: alterando propriedades e agentes do solo, tendo em vista que não possuem um senso de seletividade, atacam insetos de caráter nocivo, grandes contribuintes na polinização de plantas; além poluir os corpos hídricos e lençóis freáticos através da infiltração no solo, o que permite a disseminação dessas substâncias.

O controle biológico se apresenta como uma alternativa para minimizar a utilização dos agrotóxicos, de modo que não causam o envenenamento do solo, alimentos e insetos “bons” a natureza, permitindo o estado de equilíbrio dinâmico do meio ambiente, de modo que o inseto alvo será bombardeado pelo seu predador natural, sem expor o indivíduo aplicador a substâncias tóxicas (LANDERS; OLIVEIRA, 2018).

Contudo, esta prática precisa ser extremamente cuidadosa e monitorada, uma vez que o manejo inadequado pode contribuir para desequilíbrios ambientais que venham a propiciar o surgimento de pragas e doenças, portanto, para utilizar o inseto ou bactéria como agente predador ou parasitóide, é fundamental analisar alguns fatores além da biologia e etologia, como também o acompanhamento da densidade populacional e as mudanças climáticas que ao passar dos anos vem se tornando uma barreira para manutenção e equilíbrio dos ecossistemas naturais (SILVA *et al.*, 2020).

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No Brasil há vários casos de sucesso no uso do controle biológico, por exemplo, a aplicação para o controle das principais pragas que devastam a cultura canieira, o maior sistema do mundo correspondendo a aproximadamente 45% da área total cultivada, sendo elas: *Diatraea saccharalis* e *Mahanarva fimbriolata*. Para controle a *Diatraea saccharalis*, 3,3 milhões de hectares estão sendo tratados com *Cotesia flavipes*, levando em conta que a lagarta fica protegida no colmo, o método químico não é eficiente para o seu combate. Já a *Mahanarva fimbriolata* que causa nos canaviais a intoxicação das folhas, reduzindo a capacidade de fotossíntese e o conteúdo de sacarose do colmo, é controlada com o fungo *Metarhizium anisopliae* devido a sua facilidade de produção e aplicação, especificidade e a ausência de toxicidade, cobrindo uma área de 2 milhões de hectares (RENZI *et al.*, 2019; LOUREIRO *et al.*, 2022).

Tabela 1 – Áreas tratadas com controle biológico

Pragas	Agentes biológicos	Área tratada (Ha)
<i>Diatraea saccharalis</i>	<i>Cotesia flavipes</i>	3,3 milhões
<i>Mahanarva fimbriolata</i>	<i>Metarhizium anisopliae</i>	2 milhões

Fonte: Renzi *et al.* (2019).

Na cultura da soja está sendo estudado o uso do parasitóide *Trissolcus basal* no controle de percevejos fitófagos, atuando como hospedeiros em seus ovos, e da bactéria *Baculovirus anticarsia*, que tem uma ação inseticida para o controle da lagarta-da-soja, (*Anticarsia gemmatalis*), através da produção de toxinas causando a infecção, que por sua vez provoca sua morte no período de

5 a 8 dias após contraí-la (SIMONATO; GRIGOLLI; OLIVEIRA, 2014; LOEBLEIN et al., 2017).

Microorganismos como a *Trichoderma harzianum* Rifai, *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill, *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin, *Baculovirus* (*Baculoviridae*) e o *Bacillus spp*, estão sendo amplamente utilizados por agricultores, justamente pela semelhança aos químicos e pela sua duração de armazenamento. Tais microrganismos, foram aplicados em 1.5 milhões e até a mais de 5 milhões de hectares em áreas de tratamento (PARRA, 2019).

Vale ressaltar que, apesar do custo compensatório e dos benefícios dessa técnica, o método precisa ser aplicado com manejo correto e monitorado, fatores como hospedeiro de criação, qualidade, quantidade, idade dos parasitóides e até mesmo o clima influenciam na eficiência desses insetos em campo, caso contrário, podem resultar em falhas no controle, comprometendo a atividade. Por isso, a identificação de espécies e a avaliação da adaptação ao hospedeiro-alvo são fundamentais para garantir o sucesso de liberações de parasitóides em campo, visto também que a capacidade de um parasitoide procurar seu hospedeiro depende de sua tolerância às variações climáticas, como a temperatura, que exerce influência sobre o metabolismo, reprodução e a sua interação com o hospedeiro (RÔDAS; OLIVEIRA; GLAESER, 2019).

5 CONCLUSÃO

O controle biológico, de fato, se mostrou eficiente para a substituição dos agrotóxicos e precisa ser mais disseminado e incentivado entre os agricultores, por sua capacidade de conter insetos indesejáveis nas lavouras sem prejudicar o meio ambiente, apresentando vários casos de sucesso no Brasil, devido às circunstâncias naturais de aplicação deste método, garantindo maior durabilidade dos seus efeitos, caso aplicado de maneira correta. Diferente dos produtos químicos, onde as pragas se tornam mais resistentes a cada aplicação, fazendo-se necessário o uso intenso e repetido, representando um perigo em potencial para o meio ambiente e à saúde humana.

Portanto, pesquisas e incentivos direcionados ao controle biológico são de grande importância para o desenvolvimento sustentável na agricultura. Devido



a crescente utilização deste método, encontra-se dificuldade na obtenção de dados atualizados, com isso faz-se necessário a constante atualização sobre os dados referentes às áreas tratadas e atentar-se no estudo sobre as condições ambientais as quais melhor se adequam os agentes biológicos, para uma maior eficiência desse método.

AGRADECIMENTOS

Ao Grupo de Estudos Ambientais (GEA) e ao Laboratório de Estudos Ecológicos (LEECO).

REFERÊNCIAS

CASTRO, Franciléia Paula de *et al.* **Agrotóxicos no Pantanal**: Contaminação das águas e impactos na saúde e ambiente em Mato Grosso. Cuiabá, MT: Federação de Órgãos para Assistência Social e Educacional, 2022.

LANDERS, J. N.; DE OLIVEIRA, H. N. **Controle biológico**: o próximo pulo do gato. 2018.

LOEBLEIN, Jaqueline Suelen *et al.* Avaliação da atividade interativa entre *Bacillus thuringiensis* e *Baculovirus anticarsia* no controle da lagarta da soja. **Revista Thêma et Scientia**, [s. l.], v. 7, n. 2E, p. 240-256, 2017.

LOUREIRO, E. de S. *et al.* Produção de isolados de *Metarhizium anisopliae*, selecionados para o controle de *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854). **Arquivos do Instituto Biológico**, [s. l.], v. 72, p. 469-472, 2022.

MORAES, Rodrigo Fracalossi de. **Agrotóxicos no Brasil**: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória. Texto para Discussão, 2019.

OLIVEIRA, Alan Martins de *et al.* Controle biológico de pragas em cultivos comerciais como alternativa ao uso de agrotóxicos. **Revista Verde**, Mossoró, RN, v. 1, n. 2, p. 01-09, 2006. Disponível em: <https://gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/9/9>. Acesso em: 25 jul. 2019.

PARRA, José RP. Controle biológico na agricultura brasileira. **Comunicações Entomológicas**, [s. l.], v. 1, p. 2675-1305, 2019.

RENZI, Adriano *et al.* Evolução do controle biológico de insetos e pragas no setor canavieiro: uma análise na perspectiva econômica. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, PR, v. 12, n. 2, p. 459-485, 2019.

RÔDAS, Priscila Laranjeira; OLIVEIRA, Harley Nonato de; GLAESER, Daniele

Fabiana. Liberação do parasitoide *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) em *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) na cana-de-açúcar. **Embrapa Agropecuária Oeste-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2019.

SILVA, Bruna Casanova *et al.* Métodos de controle e prevenção de insetos-praga em povoamentos florestais. **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 6, n. 7, p. 48477-48496, 2020.

SIMONATO, Juliana; GRIGOLLI, José Fernando Jurca; OLIVEIRA de, Harley Nonato. Controle biológico de insetos-praga na soja. **Embrapa Agropecuária Oeste-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2014.

VASCONCELLOS, Paula Renata Olegini *et al.* Exposição a agrotóxicos na agricultura e doença de Parkinson em usuários de um serviço público de saúde do Paraná, Brasil. **Cadernos Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 28, p. 567-578, 2020.



MONITORAMENTO DE MICROORGANISMOS EM DIFERENTES ETAPAS DE COMPOSTAGENS DE RESÍDUOS DE BANANEIRA

Leticia Rejane Lima Araújo
Ana Paula Oliveira de Barros
Kamila Câmara Correia
Sami Jorge Michereff

1 INTRODUÇÃO

O processo de compostagem transforma os resíduos orgânicos em adubo de forma que, ao ser adicionado ao solo melhora suas condições biológicas, físicas e químicas. Diversos microrganismos, como fungos e bactérias, fazem parte desse processo de decomposição, constituindo importantes indicadores da qualidade do composto (KIEHL, 2012). Diante disso, é importante quantificar os microrganismos presentes nas diferentes etapas de produção de composto orgânico, visando entender melhor essa relação benéfica e mútua (ANTIL *et al.*, 2014).

O objetivo deste trabalho foi monitorar os microrganismos em diferentes etapas de compostagens de resíduos de bananeira.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com a NBR 13591/96, a compostagem é um processo de decomposição biológica da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições controladas de aerobiose e demais parâmetros, desenvolvido em duas etapas distintas: uma de degradação ativa e outra de maturação (KIEHL, 2012).



A diferença entre se adicionar ao solo diretamente os resíduos crus e o resíduo estabilizado (p. ex., proveniente da compostagem) em relação à resposta de uma cultura, quanto à sua nutrição, está na quantidade e época em que os nutrientes mineralizados estarão disponíveis para as plantas, assim como na intensidade com que influenciam os microrganismos do solo (PEIXOTO, 2012).

A compostagem propicia o tratamento de resíduos da produção agrícola, melhorando a parte operacional do negócio e fornecendo adubo a um custo mais baixo e com elevada eficácia. Entre as vantagens da utilização de compostos orgânicos na produção agrícola, podem ser destacadas: evita a erosão do solo, gera um aumento da capacidade de infiltração, ativa a vida do solo com a reprodução de microrganismos benéficos às culturas e reduz a incidência de doenças nas plantas com o aumento de microrganismos, insetos e minhocas desejados (SARTORI *et al.*, 2016).

Durante o processo de compostagem é possível notar a predominância de certos tipos de indivíduos, e são diversos fatores que controlam isso, como a matéria prima utilizada, o teor de umidade, a disponibilidade de oxigênio, a temperatura (organismos mesófilos e termófilos), a relação carbono/nitrogênio e o pH (KIEHL, 2012).

A compostagem é um processo de decomposição aeróbia, durante o qual há desprendimento de gás carbônico, água (na forma de vapor) e energia, devido à ação dos microrganismos. Parte da energia é usada pelos microrganismos, para crescimento e movimento, sendo a restante liberada como calor, que se procura conservar na pilha (monte) de compostagem. Como resultado, a pilha se aquece, atinge uma temperatura elevada, resfria e atinge o estágio de maturação. O composto final, húmus, é constituído de partes dos resíduos orgânicos resistentes à decomposição, produtos decompostos e microrganismos mortos e vivos (PEIXOTO, 2012).

Microrganismos são essenciais no processo de decomposição de resíduos orgânicos e são determinados pela concentração de determinados grupos como as bactérias aeróbicas anaeróbicas e fixadoras de oxigênio, bem como fungos e actinomicetos. Os microrganismos atuam no processo de decomposição dos resíduos, formando húmus, pela decompostos de lipídeos e hemiceluloses por bactérias e celulose por actinomicetos e fungos (PEIXOTO, 2012).



Parâmetros biológicos são amplamente utilizados para avaliar a maturidade do composto e esses parâmetros são comparativamente mais confiáveis do que os parâmetros físicos e químicos. A decomposição da matéria orgânica é um processo microbiano e está diretamente relacionada com contagem microbiana total e sua atividade durante a compostagem de resíduos orgânicos. A população microbiana aumenta no estágio termofílico e depois diminui na fase de maturação e se torna constante no final da compostagem, indicando a natureza estável do material de compostagem (ANTIL *et al.*, 2014).

3 METODOLOGIA

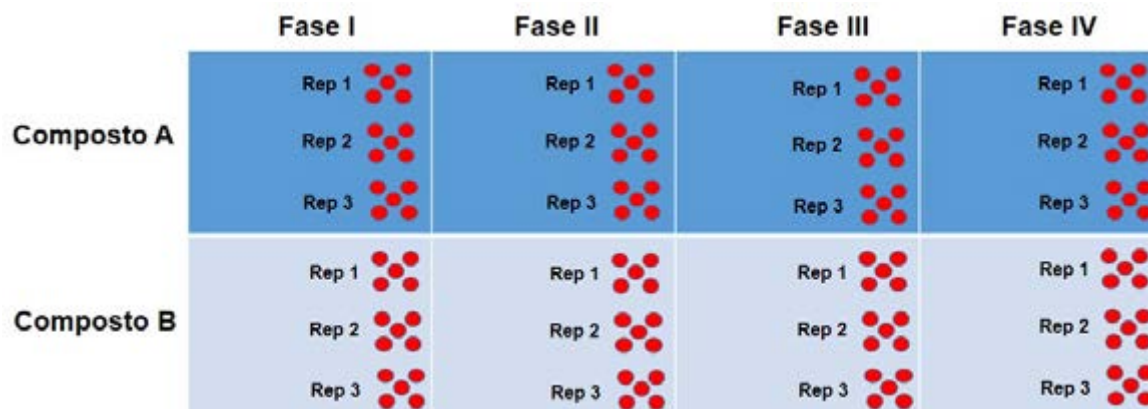
As populações microbianas foram quantificadas durante as compostagens com duas composições: A) duas partes de mangara de banana, duas partes de cana de açúcar e quatro partes de cama de frango; B) duas partes de mangara de banana, cinco partes de cana de açúcar, duas partes de cama de frango e 5 kg de ureia. Esses compostos foram submetidos a quatro etapas de processamento em uma composteira industrial (Figura 1), sendo cada etapa realizada em 10 dias e a compostagem concluída em 40 dias. Em cada situação de composto (A e B) e etapa (I, II, III e IV) foram coletadas três repetições (amostras compostas), sendo cada uma constituída por cinco sub-amostras (Figura 2). Cada subamostra foi composta de 300 g e posteriormente misturada a outras sub-amostras, constituindo uma amostra composta final de 1,5 kg.

Figura 1 – Composteira industrial utilizada para produção de compostos orgânicos a partir de resíduos de bananeira



Fonte: Os autores.

Figura 2 – Amostragens dos compostos nas fases de compostagem



Fonte: Os autores.

As amostras foram trituradas, sendo retirada uma alíquota de 1,0 g. A alíquota foi colocada em tubo de ensaio contendo 9,0 mL de solução salina a 0,85% (8,5 g de NaCl em 1000 mL de água destilada) esterilizada. Os tubos foram submetidos à agitação em banho ultrassom e efetuadas diluições em série (10^{-1} a 10^{-5}). Após agitação em vortex, 0,1 mL de cada suspensão foi distribuída para o centro de placas de Petri contendo os meios de cultura: Batata-dextrose-ágar (BDA - TUIITE, 1969) suplementado com sulfato de estreptomicina, para fungos totais; Meio seletivo para *Trichoderma* (TSM - ELAD; CHET, 1983), para *Trichoderma*; Meio ágar nutritivo-dextrose-extrato de levedura (NYDA - TUIITE, 1969), para bactérias totais; Meio B de King (KMB - KING; WARD; BANEY, 1954), para bactérias fluorescentes; Meio para bactérias oligotróficas (MBO - SEMENOV; VAN BRUGGEN; ZELENEV, 1999), para bactérias oligotróficas; Meio para bactérias copiotróficas (MBC - SEMENOV; VAN BRUGGEN; ZELENEV, 1999), para bactérias copiotróficas; Ágar-nutritivo (AN - TUIITE, 1969), para bactérias formadoras de endósporo, sendo que após a agitação em vortex, cada diluição foi submetida a banho-maria de 80 °C por 20 minutos (SNEATH, 1986) antes de distribuir no meio AN. Todas as suspensões foram espalhadas na superfície do meio imediatamente após a distribuição, com o auxílio de alça de Drigalski. As populações bacterianas foram quantificadas após 24 horas e as populações fúngicas após 96 horas. Com os dados foi calculada a população de cada microrganismo na amostra, considerando a diluição específica. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 3, representado por dois compostos e quatro etapas do processamento do composto, com três

repetições cada interação. Quando presentes, as populações microbianas foram transformadas em log (x+1), submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste da diferença mínima significativa (LSD) de Fisher, a 5% de probabilidade (P = 0,05).

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Não foram detectadas populações de fungos totais, *Trichoderma*, bactérias fluorescentes e bactérias oligotróficas nas amostras analisadas. As populações de bactérias totais variaram de $10,0 \times 10^6$ UFC/g substrato a $300,0 \times 10^6$ UFC/g substrato. A interação entre tipos de compostos e etapas do processamento foi significativa. No composto A (sem a utilização da ureia) não houve diferença nos níveis populacionais entre as fases I e II, mas diferiram das fases II e III, que foram similares. No composto B (com a utilização da ureia) os níveis populacionais de bactérias totais foram superiores na fase I, enquanto os menores níveis foram nas fases III e IV. Quando considerada cada fase separadamente, as populações de bactérias totais não foram influenciadas pela utilização da ureia nas fases I e II, enquanto nas fases III e IV foram registradas maiores populações sem a utilização de ureia.

As populações de bactérias formadoras de endosporos variaram de $6,14 \times 10^6$ UFC/g substrato a $22,2 \times 10^6$ UFC/g substrato. Não houve diferença significativa entre as fases de processamento, bem como a interação entre tipos de composto e fases do processamento não foi significativa. Por outro lado, foi significativa a diferença entre as populações nos dois tipos de composto, sendo superior no composto B (com a utilização da ureia).

As populações de bactérias copiotróficas variaram de $1,8 \times 10^2$ UFC/g substrato a $7,3 \times 10^2$ UFC/g substrato. A interação entre tipos de composto e etapas do processamento foi significativa. Com a utilização da ureia (composto B), os níveis populacionais de bactérias copiotróficas foram superiores na fase I, enquanto não houve diferença nos níveis populacionais entre as demais fases. Sem a utilização da ureia (composto A), não houve diferença nos níveis populacionais entre as fases I, III e IV, que foram superiores ao constatado na fase II. Quando considerada cada fase separadamente, as populações de bactérias copiotróficas não foram influenciadas pela utilização da ureia nas

fases I e II, enquanto nas fases III e IV foram registradas maiores populações sem a utilização de ureia (composto A).

5 CONCLUSÕES

A utilização de ureia no composto afeta negativamente as populações de bactérias totais e bactérias copiotróficas na etapa final (IV) do processo de compostagem, enquanto estimula as populações de bactérias formadoras de endósporo em todas as etapas (I a IV).

O monitoramento de microrganismos na compostagem é uma importante ferramenta para determinar a qualidade do composto gerado, bem como comparar as possíveis alterações do microbioma em função da mudança dos componentes.

REFERÊNCIAS

ANTIL, R. S. *et al.* Physical, chemical and biological parameters for compost maturity assessment: a review. *In*: MAHESHWARI, D. K. (ed.). **Composting for sustainable agriculture**. Cham: Springer, 2014. p. 83-101.

ELAD, Y.; CHET, I. Improved selective media for isolation of *Trichoderma* spp. or *Fusarium* spp. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 11, n. 1, p. 55-58, 1983.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem**: maturação e qualidade do composto. 6. ed. Piracicaba: Livroceres, 2012. 162 p.

KING, E. O.; WARD, M. K.; BANEY, D. E. Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescin. **Journal of Laboratory Clinical Medicine**, Chicago, v. 44, n. 2, p. 301-307, 1954.

PEIXOTO, R. T. G. Compostagem: princípios, práticas e perspectivas em sistemas orgânicos de produção. *In*: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (ed.). **Agroecologia**: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes//publicacao/1079843/agroecologia-principios-e-tecnicas-para-uma-agricultura-organicasustentavel>. Acesso em: 15 ago. 2022.

SARTORI, V. C. *et al.* (org.). **Compostagem**: produção de fertilizantes a partir de resíduos orgânicos. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2016. 9 p. Disponível em: <https://www.uces.br/site/midia/arquivos/cartilha-agricultores-compostagem.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2022.

SEMENOV, A. M.; VAN BRUGGEN, A. H. C.; ZELENEV, V. V. Moving waves of bacterial populations and total organic carbon along roots of wheat. **Microbial Ecology**, New York, v. 37, n. 1, p. 116-128, 1999.

SNEATH, P. H. Endospore-forming gram-positive rods and cocci. *In*: SNEATH, P. H. *et al.* (ed.). **Bergey's manual of systematic bacteriology**. Baltimore: Williams & Wilkins, 1986. v. 2, p. 1104-1207.

TUITE, J. **Plant pathological methods**: fungi and bacteria. Minneapolis: Burgess, 1969. 239 p.



ISOLAMENTO DE BACTÉRIAS FLUORESCENTES DO RIZOPLANO DE BANANEIRA E ANTAGONISMO A *FUSARIUM OXYSPORUM F. SP. CUBENSE*, AGENTE CAUSAL DO MAL DO PANAMÁ

Charem Jordânia Gomes Cruz
Fabíola de Sousa Luna
Ana Paula Oliveira de Barros
Sami Jorge Michereff
Kamila Câmara Correia

1 INTRODUÇÃO

O mal do Panamá, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* (FOC), é uma das doenças mais destrutivas da bananeira (*Musa spp.*) em nível mundial (DITA *et al.*, 2018). A ineficácia do manejo dessa doença por técnicas tradicionais vem intensificando as pesquisas com o controle biológico (BUBICI *et al.*, 2019).

As bactérias fluorescentes associadas à rizosfera e ao rizoplane têm destacada importância no biocontrole de fitopatógenos habitantes do solo (HÖFTE, 2022).

O objetivo deste trabalho foi isolar bactérias fluorescentes do rizoplane de bananeira e avaliar o antagonismo a FOC.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A bananeira (*Musa spp.*) é cultivada em todos os estados brasileiros e tem grande importância social e econômica pelo importante papel que desempenha na fixação do homem no campo. No entanto, a produção de banana é severamente afetada por várias doenças causadas por fungos, dentre as quais se destaca o



mal do Panamá. A doença é economicamente importante por afetar diferentes cultivares de banana, podendo levar até 100% a perda da produção (CORDEIRO; MATOS; HADDAD, 2016).

Como sintomas externos da doença, as plantas apresentam amarelecimento progressivo das folhas mais velhas para as mais novas, iniciando nos bordos do limbo e com evolução no sentido da nervura principal. Posteriormente, as folhas murcham, secam e se quebram junto ao pseudocaule. Em consequência, ficam pendentes, o que dá à planta a aparência de um guarda-chuva fechado. É comum as folhas centrais da bananeira permanecem eretas mesmo após a morte das mais velhas. Além disso, é possível observar rachadura do pseudocaule, próximo ao solo. Internamente, o corte transversal ou longitudinal do pseudocaule permite a observação de uma descoloração pardo-avermelhada. O corte transversal do rizoma mostra intensa descoloração pardo-avermelhada na área do câmbio vascular (CORDEIRO; MATOS; HADDAD, 2016).

Atualmente, no manejo do mal do Panamá são utilizados métodos físicos e químicos, mas o controle físico não é eficiente e os fungicidas químicos resultam em muitos efeitos negativos para a poluição ambiental e a saúde humana (DONG *et al.*, 2019). Nesse contexto, o controle biológico é considerado uma alternativa para reduzir os danos causados pela doença (BUBICI *et al.*, 2019).

O uso de organismos antagonistas, incluindo rizobactérias não patogênicas, é um método seguro de controle contra os fitopatógenos, desempenhando um papel importante contra as principais doenças de plantas (PANDEY *et al.*, 2019). Dentre estas, bactérias fluorescentes do gênero *Pseudomonas* têm a capacidade de promover o crescimento de plantas e também contribuir para o biocontrole de fitopatógenos. Estas bactérias possuem mecanismos que atuam dificultando o desenvolvimento de outros microrganismos, como a síntese de sideróforos, de antibióticos e a indução da atividade de enzimas de defesa da planta contra os patógenos (HÖFTE, 2022).

Existem vários estudos em nível mundial de controle biológico do mal do Panamá com a utilização de bactérias fluorescentes do gênero *Pseudomonas* (BUBICI *et al.*, 2019), mas no Brasil somente um estudo foi realizado (VIEIRA *et al.*, 2021), que concluiu ser necessária a realização de mais pesquisas envolvendo a seleção de bactérias como biocontroladoras, tendo em vista a reduzida eficácia dessas na maioria dos tratamentos avaliados.

3 METODOLOGIA

O isolamento de bactérias fluorescentes do rizoplano de bananeira foi realizado de plantas sem sintomas de mal do Panamá, localizadas em área no município de Missão Velha (CE), com mais de 25 anos de cultivo sem a constatação da doença. Raízes contendo solo aderente foram coletadas e depois raízes secundárias foram cortadas em segmentos de 3 mm, sendo retirada uma alíquota de 0,5 g. Essa alíquota foi colocada em tubo de ensaio contendo 4,5 mL de solução salina a 0,85% (MARIANO *et al.*, 2016a). Os tubos foram submetidos à agitação em banho ultrassom e depois efetuadas diluições em série da suspensão resultante. As diluições de 10^{-4} e 10^{-5} foram distribuídas no centro de placas de Petri contendo meio de cultura B de King (KMB) (KING; WARD; BANEY, 1954) e espalhadas com alça de Drigalski. Após 24 horas de incubação à temperatura de laboratório ($\cong 25^{\circ}\text{C}$), as colônias bacterianas com aspecto fluorescente foram repicadas e plaqueadas pelo método de estrias para o meio KMB, até a obtenção de colônias isoladas puras. Os isolados bacterianos foram preservados em tubos criogênicos contendo água destilada esterilizada e armazenados à temperatura de laboratório.

O antagonismo das bactérias fluorescentes à FOC foi avaliado em placas de Petri pelo método da cultura pareada (MARIANO *et al.*, 2016b). Dois discos com 5 mm de diâmetro, removidos de colônia de um isolado do fungo (CFC-1207) com 10 dias de idade, foram transferidos para pontos equidistantes de 70 mm em placa de Petri contendo o meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) (TUIITE, 1969). Em seguida, as bactérias foram semeadas como uma risca central entre os dois discos, exceto na testemunha. Foram utilizadas três placas por isolado bacteriano, mais três placas da testemunha. As placas foram incubadas a 25°C no escuro, em incubadora tipo BOD. A avaliação foi realizada após 10 dias, pela medição do crescimento linear da colônia de FOC. Com os resultados, foi calculada a porcentagem de inibição do crescimento micelial (ICM) em relação à testemunha (sem a presença dos isolados bacterianos). Frequências de isolados em quatro intervalos de antagonismo foram calculadas e confeccionado um gráfico representando esses resultados.

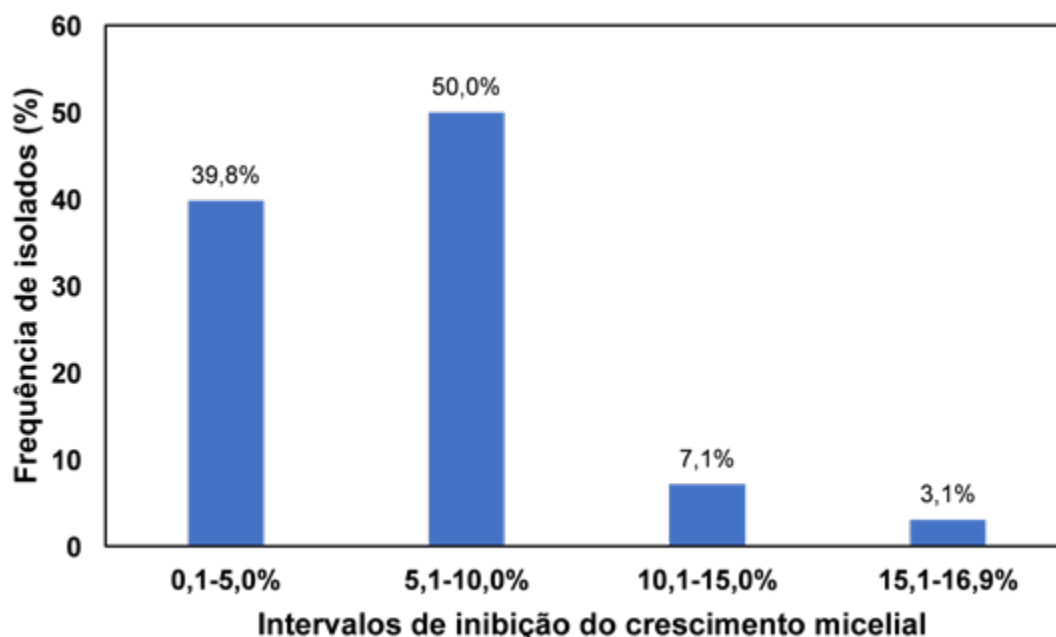
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foram obtidos 98 isolados de bactérias fluorescentes do rizoplane de bananeira. Em nível mundial, bactérias fluorescentes têm se destacado como importantes antagonistas a fitopatógenos habitantes do solo e como agentes de biocontrole de doenças radiculares, pois apresentam mecanismos que atuam dificultando o desenvolvimento de outros microrganismos, como a síntese de sideróforos e antibióticos, bem como a indução da atividade de enzimas de defesa da planta contra os patógenos (HÖFTE, 2022).

Quando o antagonismo desses isolados foi avaliado pelo método da cultura pareada, todos os isolados inibiram o crescimento micelial de FOC, com valores variando de 1,3% a 16,9%. Trinta e nove isolados bacterianos (39,8%) inibiram até 5% o crescimento micelial de FOC, 49 isolados (50,0%) inibiram entre 5,1 e 10,0%, sete isolados (7,1%) inibiram entre 10,1 e 15,0%, e somente três isolados (3,1%) inibiram entre 15,1 e 16,9% (Figura 1).

Em geral, os níveis de antagonismo apresentados pelas bactérias fluorescentes foram baixos, pois estas foram pouco eficazes na redução do crescimento micelial de FOC. Cabe ressaltar que o método de avaliação do antagonismo utilizado nesse estudo se baseia no mecanismo de antibiose, pela produção de metabólitos extracelulares com atividade antifúngica. No entanto, outros métodos podem ser utilizados para avaliação do antagonismo baseados em diferentes mecanismos de ação (MARIANO *et al.*, 2016b). Diante disso, apesar do reduzido nível de antagonismo pelo método da cultura pareada, os três isolados de bactérias fluorescentes (P-014, P-932 e P-179) que se destacaram foram selecionados para estudos adicionais de antagonismo e avaliação da eficácia no controle do mal do Panamá em plantas de bananeira.

Figura 1 – Intervalos de inibição do crescimento micelial de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* induzidos por bactérias fluorescentes do rizoplano de bananeira



Fonte: Os autores.

5 CONCLUSÕES

Bactérias fluorescentes são abundantes no rizoplano de bananeira.

Houve dificuldade na obtenção de bactérias fluorescentes do rizoplano de bananeira com elevados níveis de antagonismo a FOC em meio de cultura.

Há necessidade da continuidade dos estudos com a análise de outros mecanismos de antagonismo, além da antibiose.

REFERÊNCIAS

BUBICI, G. *et al.* Biological control agents against *Fusarium* wilt of banana. **Frontiers in Microbiology**, Basel, v. 10, e616, 2019. DOI: 10.3389/fmicb.2019.00616. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2019.00616/full>. Acesso em: 12 ago. 2022.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; HADDAD, F. Doenças fúngicas e bacterianas. In: FERREIRA, C. F. *et al.* (ed.). **O agronegócio da banana**. Brasília: Embrapa,

2016. p. 545575.

DITA, M. *et al.* Fusarium wilt of banana: current knowledge on epidemiology and research needs toward sustainable disease management. **Frontiers in Plant Science**, Basel, v. 9, e1468, 2018. DOI: 10.3389/fpls.2018.01468. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2018.01468/full>. Acesso em: 12 ago. 2022.

DONG, H. *et al.* Quantitative proteomics analysis reveals resistance differences of banana cultivar 'Brazilian' to *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* races 1 and 4. **Journal of Proteomics**, Amsterdam, v. 203, e103376, 2019. DOI: 10.1016/j.jprot.2019.05.004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1874391919301460>. Acesso em: 12 ago. 2022.

HÖFTE, M. The use of *Pseudomonas* spp. as bacterial biocontrol agents to control plant diseases. In: KÖHL, J.; RAVENSBERG, W. (ed.). **Microbial bioprotectants for plant disease management**. Cambridge: Burleigh Dodds Science Publishing, 2022. p. 301-374. DOI: 10.19103/AS.2021.0093.11. Disponível em: https://bdspublishing.com/_webedit/uploadedfiles/All%20Files/Open%20Access/9781801460187.pdf. Acesso em: 12 ago. 2022.

KING, E. O.; WARD, M. K.; BANEY, D. E. Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescein. **Journal of Laboratory Clinical Medicine**, Chicago, v. 44, n. 2, p. 301-307, 1954.

MARIANO, R. L. R. *et al.* Isolamento de bactérias para testes de antagonismo. In: MARIANO, R. L. R.; SOUZA, E. B. (ed.). **Manual de práticas em fitobacteriologia**. 3. ed. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2016a. p. 139-146.

MARIANO, R. L. R. *et al.* Antagonismo de bactérias a fitopatógenos. In: MARIANO, R. L. R.; SOUZA, E. B. (ed.). **Manual de práticas em fitobacteriologia**. 3. ed. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2016b. p. 147-154.

PANDEY, P. K.; SAMANTA, R.; YADAV, R. N. S. Inside the plant: addressing bacterial endophytes in biotic stress alleviation. **Archives in Microbiology**, Dordrecht, v. 201, n. 4, p. 415-429, 2019.

TUITE, J. **Plant pathological methods: fungi and bacteria**. Minneapolis: Burgess, 1969. 239 p.

VIEIRA, L. C. S. *et al.* Biocontrole de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ubense* por *Pseudomonas* spp. em banana "Prata anã". **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v. 10, n. 1, p. 84-93, 2022.

POTENCIAL MICOTOXIGÊNICO DE ISOLADOS DE FUSARIUM CAUSADORES DE PODRIDÃO EM BANANA NO CARIRI CEARENSE

Ana Karoline Vieira dos Santos¹

Leticia Rejane Lima Araújo²

Fabíola de Sousa Luna³

Euzanyr Gomes da Silva⁴

Ana Paula Oliveira de Barros⁵

Sami Jorge Michereff⁶

Kamila Câmara Correia⁷

1 INTRODUÇÃO

As micotoxinas são produtos naturais de baixo peso molecular produzidos como metabólitos secundários, formando um grupo toxigênico e quimicamente diverso que são agrupados devido a capacidade de causar doença e morte em seres humanos e outros vertebrados. Podem ser produzidas por fungos filamentosos patogênicos e não patogênicos e algumas espécies de fungos podem produzir variados tipos de micotoxinas simultaneamente (BENNETT; KLICH, 2003; ARRUDA; BERETTA, 2019). As micotoxinas podem entrar nas cadeias alimentares humana e animal por meio de contaminação direta e indireta (FREIRE

¹ Universidade Federal do Cariri, anakarolinev95@gmail.com, Bolsista de Iniciação Científica FUNCAP.

² Universidade Federal do Cariri, leticia.rejane@ufca.edu.br, Bolsista de Iniciação Científica FUNCAP.

³ Universidade Federal do Cariri, fabiola.luna@ufca.edu.br, Bolsista de Iniciação Científica FUNCAP.

⁴ Universidade Federal de Alagoas, euzanyrsilva@yahoo.com.br, Bolsista de Doutorado CAPES.

⁵ Universidade Federal Rural de Pernambuco, barros-ana@hotmail.com, Bolsista de Pós-doutorado FACEPE.

⁶ Universidade Federal do Cariri, sami.michereff@ufca.edu.br, Bolsista de Produtividade CNPq.

⁷ Universidade Federal do Cariri, kamila.correia@ufca.edu.br, Bolsista BPI.



et al., 2007). Fungos do gênero *Fusarium* já foram relatados causando doenças em diversas culturas alimentícias (FARR; ROSSMAN, 2022) e a capacidade de produzir micotoxinas de algumas espécies desse gênero é conhecida e comprovada em diversos alimentos (MUNKVOLD, PROCTOR, MORETTI, 2021). As fumonisinas, produzida principalmente por espécies do complexo *Fusarium fujikuroi*, são bastante estudadas em grão e também já foram relatadas associadas a frutos na fase pós-colheita. Pelo menos 28 análogos de fumonisina são conhecidos, mas os mais importantes são a série B, especialmente B1, B2 e B3 (MAZIERO; BERSOT, 2010; PRESTES et al., 2019; GEISEN; SCHMIDT-HEYDT, 2021). Apesar da importância econômica da bananicultura para o Brasil e para o mundo ser reconhecida (FAO, 2022; IBGE, 2022) e existir relatos de *Fusarium* spp. associadas as doenças pós-colheita da banana (*Musa* spp.) (ALGHUTHAYMIV; BAHKALI, 2015; HIRATA et al., 2001), há pouco conhecimento sobre o potencial micotoxigênico desses fungos associadas a essa fruta (ALGHUTHAYMIA et al., 2020). Com isso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial micotoxigênico das espécies de *Fusarium* associadas a podridões pós-colheita em bananas comercializadas no Cariri cearense.

2 METODOLOGIA

2.1 Obtenção dos isolados

Os isolados foram obtidos da Coleção de Fungos Fitopatogênicos do Cariri – (CFC) do Laboratório de Fitopatologia do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade da Universidade Federal do Cariri – Campus Crato, e possuem a seguinte identificação (Tabela 1).

Tabela 1 – Identificação e origem dos isolados

Isolado	Identificação	Município de coleta
CFC-1114	<i>Fusarium</i> sp.	Barbalha
CFC-1115	<i>Fusarium</i> sp.	Barbalha
CFC-1116	<i>Fusarium musae</i>	Caririáçu
CFC-1117	<i>Fusarium/Neocosmospora crassa</i>	Crato
CFC-1118	<i>Fusarium/Neocosmospora crassa</i>	Crato

CFC-1119	<i>Fusarium</i> sp.	Crato
CFC-1120	<i>Fusarium verticillioides</i>	Farias Brito
CFC-1121	<i>Fusarium verticillioides</i>	Juazeiro do Norte
CFC-1122	<i>Fusarium</i> sp.	Missão Velha
CFC-1209	<i>Fusarium proliferatum</i>	Nova Olinda

Fonte: Autores.

2.2 Extração de DNA

Para obtenção do DNA genômico, os isolados foram cultivados em placa de Petri contendo meio Batata-Dextrose-Ágar com uma membrana de celofane na superfície por sete dias a 25 °C no escuro. Uma pequena quantidade de micélio foi raspada da superfície da colônia e o DNA foi extraído usando o kit Wizard® Genomic DNA Purification (Promega Corporation, Madison, EUA), conforme as instruções do fabricante. As concentrações de DNA foram estimadas visualmente em gel de agarose a 1%, comparando-se a intensidade da banda com um marcador de peso molecular com escala de 1 kb (Axygen Scientific Inc., Union City, EUA).

2.3 Avaliação do potenciais micotoxigênico

A identificação do potencial micotoxigênico dos isolados foi realizada por meio da utilização de oligonucleotídeos específicos para amplificação de genes envolvidos na produção de micotoxinas. A amplificação de parte do gene envolvido na produção de fumonisinas foi realizada utilizando o protocolo de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) de Patiño *et al.* (2004), com os oligonucleotídeos VERTF-1 (GCGGGAATTCAAAGTGGCC) e VERTF-2 (GAGGGCGCGAAACGGATCGG): que tem como gene alvo FUM5/FUM8, e de Sanchez-Rangel, Sanjuan-Badillo e Plasencia (2005), com os oligonucleotídeos FUM53F (CTTGAACGCGGAGCTAGATTAT) e FUM53R (ATCCGTGTATGCATATGTCTGAG): que tem como gene alvo FUM1. Os componentes da reação de PCR foram os seguintes: 6.25 µL GoTaq® Green Master Mix (2X) (Promega Corporation, Madison, USA), 0.5 µL de cada oligonucleotídeos, 4.25 µL de água livre de nuclease e 1 µL de amostra de DNA totalizando um volume final de 12.5 µL. A PCR realizada utilizando os oligonucleotídeos VERTF-1/VERTF-2

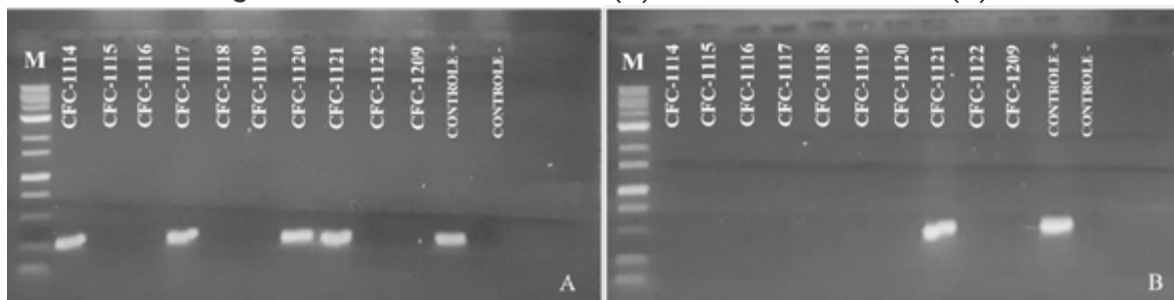
teve as seguintes condições: desnaturação a 94 °C por 1 min e 25 s; 25 ciclos de desnaturação a 95 °C por 20 s, anelamento a 62 °C por 20 s, extensão a 72 °C por 45 s; extensão final a 72 °C por 5 min, seguido de refrigeração a 4 °C até a retirada das amostras. Já para os oligonucleotídios FUM53F/FUM53R, as condições da PCR foram: desnaturação a 94 °C por 3 min; 27 ciclos de desnaturação a 94 °C por 40 s, anelamento a 56 °C por 40 s, extensão a 72 °C por 40 s; extensão final a 72 °C por 7 min, seguido de refrigeração a 4 °C até a retirada das amostras. Como controle positivo foi utilizado um isolado de *Fusarium verticillioides* com potencial de produção de micotoxinas obtido de grãos. O controle negativo (sem o DNA) também foi utilizado na reação de PCR. As reações de PCR foram conduzidas no termociclador MJ BioCycler 96 (*Applied Biosystems, Foster City, EUA*). Os produtos PCR foram avaliados por eletroforese em gel de agarose a 1% em Tris-acetato 1.0 x ácido EDTA (TAE), corados com GelRed™ (*Biotium Inc., Hayward, EUA*) e fotografados sob luz ultravioleta (UV).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 10 isolados de *Fusarium* associados a podridões pós-colheita avaliados quanto ao potencial de produção de micotoxinas, quatro isolados pertencente as espécies *F. verticillioides* e *Fusarium* sp., possuem o gene FUM1 e um deles possui também os genes FUM5/FUM8 (Figura 1). Esses isolados foram coletados em estabelecimentos comerciais de banana nos municípios de Crato, Barbalha, Farias Brito e Juazeiro do Norte. O isolado coletado em Juazeiro do Norte pertence a mesma espécie que o isolado coletado em Farias Brito, *F. verticillioides*, mas diferem quanto a presença dos genes produtores de micotoxinas.

Só foi observada amplificação no isolado CFC-1120 quando utilizado os oligonucleotídios FUM53F/FUM53R, enquanto para o isolado CFC-1121 foi observada amplificação quando utilizado os dois pares de oligonucleotídio.

Figura 1 - Amplificação do gene codificante FUM para fumonisina com os oligonucleotídios FUM53R/F (A) e VERTF-1/VERTF-2 (B)



Fonte: Autores.

Um isolado pertencente a espécie de *Fusarium* não identificada apresentou amplificação do gene FUM1, indicando que, além da caracterização da espécie, é necessário também uma caracterização do perfil toxigênico dos seus isolados.

Apenas um isolado (CFC-11170) de *Neocosmospora crassa*, que pertencia ao complexo de espécie *Fusarium solani*, possui um dos genes alvo. Apesar de muitas espécies desse complexo serem patogênicas para humanos e outros animais, não são os principais contribuintes para a exposição a micotoxinas (MUNKVOLD; PROCTOR; MORETTI, 2021).

A amplificação positiva para os oligonucleotídios utilizados não confirma que os isolados de *Fusarium* obtidos de bananas são produtores de micotoxinas. No entanto, demonstra que eles são potenciais produtores, pois possuem os genes envolvidos na produção desses metabólitos secundários. A biossíntese da fumonisina é dependente do conjunto de genes denominados FUM, que é composto por mais de 15 genes. Eles já foram detectados em uma cepa produtora de fumonisina, mas também em uma cepa não produtora, que não produz um nível detectável dessa micotoxina (NIEHAUS *et al.*, 2017).

A banana além de ser muito produzida (IBGE, 2022), também é muito consumida pelos Brasileiros. Os resultados obtidos nesse estudo mostram a necessidade de que a presença de micotoxinas nesta fruta seja avaliada, pois quando contaminadas, as frutas podem comprometer a saúde dos humanos e dos animais.

4 CONCLUSÃO

Os isolados de espécies de *Fusarium* associados a podridão pós-colheita em bananas comercializadas no Cariri cearense possuem potencial micotoxigênico e podem ser produtores de micotoxinas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP (Processo nº BP4-0172-00282.01.00/20) e à Universidade Federal do Cariri pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ALGHUTHAYMIA, Mousa Abdullah *et al.* Mycotoxigenicity of *Fusarium* isolated from banana fruits: Combining phytopathological assays with toxin concentrations. **Journal of King Saud University**, [s. l.], v. 32, p. 1482-1485, 2020.

ALGHUTHAYMIA, Mousa Abdullah; BAHKALI, Ali Hassan. Toxigenic profiles and trinucleotide repeat diversity of *Fusarium* species isolated from banana fruits. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, [s. l.], v. 29, p. 324-330, 2015.

ARRUDA, Adriana Dias; BERETTA, Ana Laura Remédio Zeni. Micotoxinas e seus efeitos à saúde humana: revisão de literature. **Revista Brasileira de Análise Clínicas**, [s. l.], v. 51, p. 286289, 2019.

BENNETT, Joan.; KLICH, M. Mycotoxins. **Clinical microbiology reviews**, [s. l.], v. 16, p. 497516, 2003.

FAO. **FAOSTAT**. Rome: Food and Agriculture Organization, 2020. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>. Acesso em: 10 ago. 2022.

FARR, D. F.; ROSSMAN, A. Y. **Fungal Databases** - Fungus-Host Distributions U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA, 2021. Disponível em: <https://nt.arsgrin.gov/fungaldatabases>. Acesso em: 15 ago. 2022.

FREIRE, Francisco das Chagas Oliveira *et al.* **Micotoxinas**: importância na alimentação e na saúde humana e animal. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. 48 p.

HIRATA, Takashi *et al.* Morphological and molecular characterization of *Fusarium verticillioides* from rotten banana imported into Japan. **Mycoscience**,

[s. l.], v. 42, p. 155-166, 2001.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola - LSPA**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201levantamento-sistemico-da-producao-agricola.html?&t=oque-e>. Acesso em: 10 ago. 2022.

MAZIERO, Maíke Taís; BERSOT, Luciano Santos. Micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, [s. l.], v. 12, p. 89-99, 2010.

MUNKVOLD, Gary; PROCTOR, Robert; MORETTI, Antonio. Mycotoxin Production in *Fusarium* According to Contemporary Species Concepts. **Annual Review of Phytopathology**, [s. l.], v. 59, p. 373-402, 2021.

NIEHAUS, Eva-Maria *et al.* Comparative genomics of geographically distant *Fusarium fujikuroi* isolates revealed two distinct pathotypes correlating with secondary metabolite profiles. **PLoS Pathog**, [s. l.], v. 13, p. e1006670, 2017.

PATIÑO, Belén *et al.* PCR detection assay of fumonisin-producing *Fusarium verticillioides* strains. **Journal of Food Protection**, [s. l.], v. 67, p. 1278-1283, 2004.

PRESTES, Isabele *et al.* Principais fungos e micotoxinas em grãos de milho e suas consequências. **Scientia Agropecuaria**, [s. l.], v. 10, p. 559-570, 2019.

SÁNCHEZ-RANGEL, Diana; SAN JUAN-BADILLO, Andreia; PLASENCIA, Javier. Fumonisin production by *Fusarium verticillioides* strains isolated from maize in Mexico and development of a polymerase chain reaction to detect potential toxigenic strains in grains. **Journal of agricultural and food chemistry**, [s. l.], v. 53, p. 8565-8571, 2005.

SILVA, Jadson Araújo *et al.* Frequência de fungos associados às doenças pós-colheita da banana no Cariri Cearense. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 51., 2019, Recife. **Anais [...]**. Brasília: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 2019. p. 641.

PROSPECÇÃO DE FONTES DE RESISTÊNCIA À MURCHA-DE-FUSÁRIO EM GERMOPLASMAS CRIoulos DE FEIJÃO-CAUPI

Hanna Clarice Agapto Amorim¹

Jadson Araújo da Silva²

Ana Paula Oliveira de Barros³

Silvério de Paiva Freitas Júnior⁴

Kamila Câmara Correia⁵

Sami Jorge Michereff⁶

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] é uma leguminosa que possui grande importância para o desenvolvimento agrícola, sendo adaptada a diversas condições climáticas e solos pobres em nutrientes (ARRUDA; SMIDERLE; VILARINHO, 2020). A cultura apresentou uma produção em torno de 3 milhões de toneladas no ano de 2020 no Brasil, atingindo a terceira posição no ranking mundial (CONAB, 2022). A região Nordeste é a principal produtora de feijão-caupi no país e o estado do Ceará se destaca como um dos maiores produtores (IBGE, 2022).

O potencial produtivo do feijão-caupi no Nordeste brasileiro é indiscutível, mas a produtividade é baixa. As doenças estão entre as causas dessa baixa

¹ Universidade Federal do Cariri, hanna.agapto@aluno.ufca.edu.br, Bolsista PIBIC/CNPq

² Universidade Federal Rural de Pernambuco, jadson.araujosilva@gmail.com, Bolsista Doutorado CAPES

³ Universidade Federal Rural de Pernambuco, paulaoliveirabarros@yahoo.com.br, Bolsista PNPD/CAPES

⁴ Universidade Federal do Cariri, silverio.freitas@ufca.edu.br

⁵ Universidade Federal do Cariri, kamila.correia@ufca.edu.br, Bolsista BPI/FUNCAP

⁶ Universidade Federal do Cariri, sami.michereff@ufca.edu.br, Bolsista de Produtividade/CNPq

produtividade, dentre as quais a murcha-de-fusário, causada pelo fungo pelo fungo *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* (E.F. Smith) Snyder & Hansen (ATHAYDE SOBRINHO, 2016). Essa doença é uma das mais frequentes e de maior intensidade em feijão-caupi no Nordeste brasileiro (ARAÚJO *et al.*, 2020).

Atualmente, a capacidade de controlar a murcha-de-fusário em feijão-caupi depende principalmente da resistência genética (SILVA *et al.*, 2021). Nesse contexto, objetivo deste trabalho foi identificar fontes de resistência à *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* em germoplasmas crioulos de feijão-caupi conservados no Banco de Germoplasmas Vegetais da Universidade Federal do Cariri.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O feijão-caupi é considerada uma cultura estratégica para o desenvolvimento de muitas regiões tropicais e subtropicais no mundo, pois apresenta alta rusticidade e adaptação às condições adversas, como baixa disponibilidade de água e solos de baixa fertilidade natural (FREIRE FILHO; COSTA, 2020). Na safra 2021/2022, o Brasil produziu 716,9 mil toneladas de feijão-caupi, em uma área de 1.357,4 mil hectares (ha), com produtividade de 528 kg/ha. O Nordeste brasileiro é a principal região produtora de feijão-caupi do país, com 426,8 mil toneladas produzidas em 1.068 mil ha e produtividade de 400 kg/ha. O estado do Ceará se destacou como o principal estado produtor de feijão-caupi na safra 2020/2021, com área cultivada de 386,2 mil ha, produção de 118,9 mil toneladas e produtividade de 308 kg/ha (CONAB, 2022).

A escolha correta da cultivar para um determinado ambiente e sistema de produção é de grande importância para a obtenção de boa produtividade. Contudo, isso por si só não é suficiente para o sucesso da exploração agrícola. É necessário, também, que a cultivar tenha características de grão e de vagem, que atendam às exigências de comerciantes e consumidores (FREIRE FILHO; RIBEIRO; SANTOS, 2000).

Na região Nordeste, o feijão-caupi é cultivado principalmente por pequenos produtores, que utilizam germoplasmas crioulos para cultivo em suas lavouras e produzem as próprias sementes. Os germoplasmas crioulos são aquelas que

não sofreram alteração genética através de técnicas de melhoramento genético tradicional. Esses germoplasmas crioulos são fontes de variabilidade genética, com características que conferem tolerância a fatores bióticos e abióticos. Motivos, que justificam a preservação e a utilização desses germoplasmas em programas de melhoramento, para desenvolvimento de novas cultivares (ARAÚJO *et al.* 2019).

As doenças constituem importantes fatores de redução da produtividade do feijão-caupi, causando perdas na quantidade e qualidade dos grãos (ARAÚJO *et al.*, 2020), com destaque para a murcha-de-fusário. O controle dessa doença é muito difícil, principalmente, devido à elevada agressividade de *F. oxysporum* f.sp. *tracheiphilum*, transmissibilidade pelas sementes e alta capacidade de sobrevivência no solo mesmo na ausência da planta hospedeira (ATHAYDE SOBRINHO, 2017).

O uso de cultivares resistentes é uma das medidas mais indicadas para o controle de doenças de plantas, por ser de fácil utilização pelo agricultor e compatível com outras técnicas de manejo. Além disso, é menos nocivo ao meio ambiente, ao agricultor e ao consumidor final, por reduzir o uso de agrotóxicos (DALLAGNOL; DORNELES, 2021).

Na condução de um programa de melhoramento genético visando a resistência às doenças, as fontes de resistência devem ser inicialmente procuradas entre os germoplasmas cultivados na região em que serão utilizados, por serem mais adaptados às condições predominantes (BATISTA *et al.*, 2021). Alguns genótipos resistentes à murcha-de-fusário já foram identificados, mas a busca por novas fontes de resistência à doença é constante (SILVA *et al.*, 2021).

3 METODOLOGIA

Uma coleção de 64 germoplasmas de feijão-caupi foi avaliada em relação a resistência à *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* (isolado LFP-0152), sendo 56 germoplasmas crioulos e oito cultivares recomendadas para o Nordeste brasileiro. Os germoplasmas tradicionais foram coletados em feiras livres, casas de sementes e propriedades rurais em municípios localizados nas regiões semiáridas dos estados de Ceará e Pernambuco, e preservados no Banco de



Germoplasmas do Laboratório de Recursos Genéticos Vegetais da UFCA.

As plantas de feijão-caupi foram cultivadas em casa de vegetação, em bandejas tipo “plantágio” contendo areia esterilizada em autoclave. A inoculação de *F. oxysporum* foi efetuada pelo método do corte de raízes (SCHOONHOVEN; PASTOR-CORRALES, 1987). Aos 21 dias após a semeadura, as plantas foram removidas das bandejas e o sistema radicular submetido à lavagem em água corrente e ao corte das raízes (cerca de 2 cm da extremidade) com tesoura flambada. Em seguida, as plantas foram imersas por cinco minutos em uma suspensão de conídios do patógeno (1×10^6 conídios/mL) até a altura da região do colo e transplantadas para vasos plásticos contendo solo areno-argiloso. As testemunhas consistiram de plantas com raízes cortadas e imersas em água destilada estéril, sem a presença de conídios do fungo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada repetição representada por um vaso com quatro plantas.

A severidade da murcha-de-fusário foi avaliada aos 21 dias após a inoculação, com o auxílio de escala de notas adaptada de Schoonhoven e Pastor-Corrales (1987), onde: 0 = planta sem sintomas externos; 1 = menos de 10% de folhagem com clorose e/ou murcha; 2 = aproximadamente 25% de folhas com clorose e/ou murcha; 3 = aproximadamente 50% das folhas e ramos com clorose e/ou murcha, com as plantas manifestando nanismo; 4 = aproximadamente 75% ou mais das folhas e ramos com murcha, nanismo severo e desfolha prematura, frequentemente resultando na morte da planta. Com os dados foi calculada a reação média de cada germoplasma pela soma das notas de cada planta e divisão pelo número total de plantas avaliadas. Esse valor foi utilizado para discriminar os germoplasmas em cinco classes de reação: 0 = semelhante à imune (SI); 0,1-1,0 = altamente resistente (AR); 1,1-2,0 = medianamente resistente (MR); 2,1-3,0 = suscetível (SU); 3,1-4,0 = altamente suscetível (AS). O experimento será repetido uma vez.

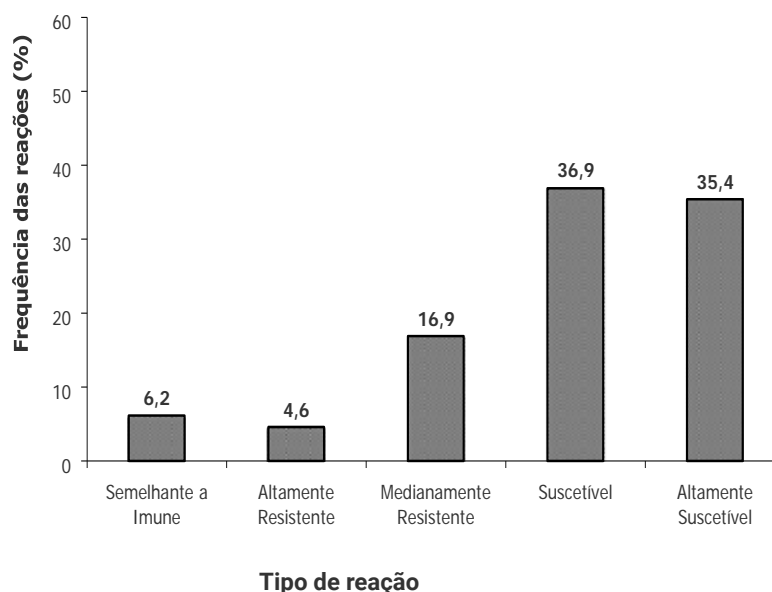
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quatro germoplasmas de feijão-caupi apresentaram reação semelhante à imunidade (SI) em relação a *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*, sendo dois crioulos (FI58 - Rajado Paulista e FI06 - Feijão Mão Curta) e dois cultivares comerciais

(BRS Carijó e BRS Juruá).

A maioria dos germoplasmas (72,3%) apresentou reação suscetível (SU) ou altamente suscetível (AS) ao patógeno. Três germoplasmas apresentaram reação altamente resistentes (AR), todos crioulos (FI49 - Rasga Letra, FI23 - Azul e FI62 - Canapu). Os demais germoplasmas (16,9%) apresentaram reação medianamente resistente (MR).

Tabela 1 – Frequência de classes de reações de 64 germoplasmas de feijão-caupi a *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* (isolado LFP-0152) sob condições de casa de vegetação



Fonte: Os autores.

Neste estudo, identificamos novos genótipos que apresentam resistência à infecção por *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum*. O cultivo de cultivares resistentes proporciona um método ecologicamente correto e de baixo custo para controle da doença e reduz notavelmente a incidência de murcha-de-fusário em feijão-caupi (SILVA *et al.*, 2021).

5 CONCLUSÕES

Esse estudo oferece novas possibilidades para genótipos de feijão-caupi com maior resistência à murcha-de-fusário do que aqueles já disponíveis na literatura.

A identificação de germoplasmas crioulos de feijão-caupi com reação de imunidade à *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* constitui uma descoberta importante, pois abre a perspectiva do desenvolvimento de cultivares resistentes aos patógenos adaptados às condições edafo-climáticas do semiárido brasileiro.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológicos – CNPq (Brasília, DF) à Universidade Federal do Cariri – UFCA (Juazeiro do Norte, CE) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. R. *et al.* Principais doenças do feijão-caupi. **Cadernos do Semiárido**, Recife, n. 17, n. 1, p. 45-54, 2020.

ARAÚJO, L. B. R. *et al.* Agronomic potential and genetic diversity of landraces of cowpea of the state of Ceará. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 6, p. 698-708, 2019.

ARRUDA, K. R.; SMIDERLE, O. J.; VILARINHO, A. A. Uniformidade de sementes de genótipos de feijão-caupi cultivados em dois ambientes no Estado de Roraima. **Revista Agroambiente**, Boa Vista, v. 3, n. 2, p. 122-127, 2020.

ATHAYDE SOBRINHO, C. Principais doenças do feijão-caupi no Brasil. *In*: BASTOS, E. A. (ed.). **A cultura do feijão-caupi no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2016. p. 44-66.

BATISTA, R. O. Resistência genética e melhoramento de plantas à doenças. *In*: RIOS, J. A.; ALMEIDA, L. C.; SOUZA, E. B. (ed.). **Resistência de plantas a patógenos**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2021. p. 46-69.

CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO). **Boletim da safra de grãos: 3º levantamento – safra 2021/2022** [online]. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/infoagro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 08 jun. 2022.

DALLAGNOL, L. J.; DORNELES, K. R. Resistência genética da planta a agentes patogênicos. *In*: RIOS, J. A.; ALMEIDA, L. C.; SOUZA, E. B. (ed.). **Resistência de plantas a patógenos**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2021. p. 8-45.

FREIRE FILHO, F. R.; COSTA A. F. Feijão-caupi: classificação botânica e importância. **Cadernos do Semiárido**, Recife, n. 17, p. 17-20, 2020.



FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; SANTOS, A. A. Cultivares de caupi para região Meio-Norte do Brasil. *In*: CARDOSO, M. J. (org.). **A cultura do feijão caupi no MeioNorte do Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2000. p. 67-88. (Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 28).

IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática - SIDRA**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 05 jun. 2022.

SCHOONHOVEN, A. V.; PASTOR-CORRALES, M. A. **Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol**. Cali: CIAT. 1987. 56 p.

SILVA, R. C. Z. Identification of cowpea genotypes resistant to Fusarium wilt. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 34, n. 4, p. 957-964, 2021.

DETECÇÃO DE INFECCÕES DE BOTRYOSPHAERIACEAE EM RESTOS DE PODA E MATERIAIS DE PROPAGAÇÃO DE VIDEIRA

Everton Sebastião do Nascimento¹

Ana Paula Oliveira de Barros²

Jadson Araújo da Silva³

Ivna Ribeiro Salmito Melo⁴

Kamila Câmara Correia⁵

Sami Jorge Michereff⁶

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de uva (*Vitis vinifera* L.) no mundo, ocupando uma área de 73.726 hectares e uma produção de 1.435.596 toneladas em 2020 (FAO, 2022). No Nordeste o cultivo de uva está em constante expansão, favorecido por fatores como luminosidade e temperatura que induz a produção da fruta com excelente qualidade permitindo aos agricultores colher até duas safras e meia por ano (SILVA; CORREIA, 2004). Apesar do potencial produtivo, a cultura da videira é muito afetada por doenças que acarretam severas perdas econômicas na produção, comercialização e exportação de frutos e/ou seus produtos. Dentre as doenças observadas, destaca-se a morte descendente causada por fungos pertencentes à família Botryosphaeriaceae.

Há cerca de 28 espécies de Botryosphaeriaceae associados com a morte

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, evertohn@hotmail.com, Bolsista Mestrado FACEPE

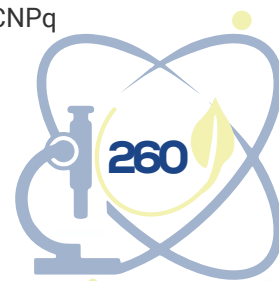
² Universidade Federal Rural de Pernambuco, barros-ana@hotmail.com, Bolsista PNPd/CAPES

³ Universidade Federal Rural de Pernambuco Jadson.araujosilva@gmail.com, Bolsista Doutorado FACEPE

⁴ Universidade Federal do Cariri, ivna.salmito@ufca.edu.br, Técnica em Laboratório UFCA

⁵ Universidade Federal do Cariri, kamila.correia@ufca.edu.br, Bolsista BPI/FUNCAP

⁶ Universidade Federal do Cariri, sami.michereff@ufca.edu.br, Bolsista de Produtividade/CNPq



descendente da videira (ÚRBEZ-TORRES, 2011; ÚRBEZ-TORRES *et al.*, 2012; CORREIA *et al.*, 2013). Essa doença constitui um dos principais fatores limitantes para a longevidade e produtividade dos parreirais, bem como, é responsável pelo aumento nos custos de produção em nível mundial (VAN NIEKERK *et al.*, 2004; ÚRBEZ-TORRES, 2011). A ocorrência de epidemias da morte descendente em cultivo de videira tem sido associada com a sobrevivência de Botryosphaeriaceae em restos vegetais (ELENA; LUQUE, 2016). Estes resíduos de poda exercem um importante papel para estes patógenos, contribuindo para o estabelecimento do seu ciclo de vida (BILLONES-BAAIJENS; SAVOCCHIA, 2019). Espécies de Botryosphaeriaceae também podem estar presentes em materiais de propagação e nas plantas enxertadas fornecidas pelos viveiros. Assim algumas infecções nos vinhedos podem ter origem nos viveiros de propagação (BILLONES-BAAIJENS *et al.*, 2013). Apesar do alto risco de infecção, poucos estudos foram realizados até o momento para determinar o potencial infectivo de materiais de propagação e restos de podas. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é identificar infecções em materiais de propagação e restos de poda em pomares de videira.

2 METODOLOGIA

2.1 Detecção de infecções quiescentes de botryosphaeriaceae em materiais de propagação de videira

Foram selecionados três viveiros comerciais no município de Petrolina/PE de onde foram obtidas plantas matrizes de videira sem sintomas de morte descendente antes da coleta normal dos ramos. Em cada viveiro foram coletadas amostras de no mínimo três variedades de porta-enxertos (IAC-313 IAC-572 e SO₄) e seis variedades de copa (Itália, Isabel, Isis, Melodia, Núbria e Vitória). Para cada variedade, cinco plantas matrizes foram selecionadas aleatoriamente. O material foi acondicionado e conduzido ao laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal do Cariri (UFCA). Os ramos foram seccionados (5 cm), incubados em bandejas plásticas com controle de umidade, temperatura (25 °C) e luminosidade (fotoperíodo de 12 horas). Após 14 dias de incubação, a mensuração da intensidade da infecção quiescente foi avaliada por meio da incidência de picnídios característicos de membros da família



Botryosphaeriaceae nos ramos de videira. O isolamento foi realizado mediante coleta de picnídio diretamente da superfície dos ramos infectados, com agulha histológica, e posterior plaqueamento em meio Batata-Dextrose-Ágar (BDA). Para garantir uniformidade genética, foram obtidas culturas monospóricas para todos os isolados. Adicionalmente, foi feita a identificação dos isolados a nível de gênero, baseado em características morfológicas, com o auxílio da chave de identificação de Phillips *et al.* (2013). Adicionalmente foi feita seleção de isolados para análise molecular.

2.2 Detecção de infecções de botryosphaeriaceae em restos de poda

Restos de poda foram selecionados de 15 áreas de produção de uva de mesa nos estados de Pernambuco e Ceará, sendo 5 áreas no Vale do Siriji, São Vicente Ferrer/PE, 1 área em Machados/PE, 8 áreas no município de Barbalha/CE e 1 área no município de Mauriti/CE. Em cada vinhedo foram coletados aleatoriamente 20 restos de poda (ramos), acondicionados e transportados ao laboratório. Os processos de incubação, avaliação da incidência, obtenção de cultura pura e identificação morfológica dos isolados foram os mesmos descritos no item 2.1. 200 isolados fúngicos foram obtidos e com base nas características morfológicas, estes isolados foram distribuídos em 13 grupos morfológicos. De cada grupo morfológico, 5 isolados foram selecionados para identificação molecular das espécies associadas aos materiais de propagação da videira.

2.3 Identificação molecular

O DNA genômico dos isolamentos fúngicos a partir dos restos de poda e materiais de propagação da videira foi extraído usando o kit Wizard® Genomic DNA Purification (Promega Corporation, Madison, EUA), conforme as instruções do fabricante. As concentrações de DNA foram estimadas visualmente em gel de agarose a 1%. As regiões do DNA e genes de interesse foram amplificados por Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) e visualizados por eletroforese em gel de agarose 1%. Foram amplificadas a região ITS e os genes EF1- α e TUB utilizando os pares de primers ITS4 e ITS5 (WHITE *et al.*, 1990), EF1-728F e

EF1-986R (CARBONE; KOHN, 1999) e Bt2 α e Bt2 β (GLASS; DONALDSON, 1995), respectivamente. Os produtos de PCR foram sequenciados em sequenciador ABI PRISM 3100 - Avant Genetic Analyzer (*Applied Biosystems*), na Plataforma de Sequenciamento do Laboratório Central do Centro de Biociências (LABCEN/CCB) na Universidade Federal de Pernambuco (Recife, Brasil).

A análise dos cromatogramas gerados pelo sequenciamento e a montagem dos contigs foram realizadas utilizando o software Staden Package® v.2.0 (STADEN; BEAL; BONFIELD, 1998). As sequências de nucleotídeos obtidas para cada isolado foram comparadas com sequências do banco de dados GenBank acessado através do NCBI - *National Center for Biotechnology Information*) utilizando a ferramenta BLAST.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em todos os três viveiros foram detectados presença de materiais de propagação com infecções quiescentes em diferentes níveis de incidência, sendo 4%, 2,32% e 70% para os viveiros 1, 2, e 3, respectivamente. As amostras fúngicas obtidas nessas análises estão em processo de caracterização molecular para identificar os táxons associados aos materiais de propagação infectados e assim acessar a diversidade de espécies presentes nos materiais de propagação de videira.

Em viveiros na Nova Zelândia, espécies de Botryosphaeriaceae foram relatadas infectando os blocos onde são colocados os materiais de propagação e consequentemente infecção dos materiais de propagação (BILLONES-BAAIJENS *et al.*, 2015). Uma das principais causas de infecções por doenças que afetam o tronco da videira ocorre durante o processo de produção de mudas para plantio (PINTOS, 2018). As mudas jovens podem ser infectadas pelo material de propagação utilizado, seja sistemicamente em plantas devido a infecção das plantas matrizes ou por contaminação durante os processos de propagação (GRAMAJE; ARMENGOL, 2011).

Quando analisados os restos de poda de videira, 86% destes estavam infectados por fungos da família Botryosphaeriaceae. Ainda na fase de coleta do material no campo já foi possível identificar infecção, sendo confirmadas

após incubação e isolamento de estruturas dos fungos (Figura 1).

Figura 1 - A. Restos de poda deixados no campo após tratos culturais. B. Conídios hialinos (imaturos) e conídios de paredes escuras, septados (maduros). C. Picnídios de *Lasiodiplodia theobromae* sobre resto de poda após período de incubação. D. Corte transversal do ramo de videira exibindo sintomas em forma de cunha, característico da família Botryosphaeriaceae. E. Morfologia da colônia de *Lasiodiplodia theobromae* em meio BDA



Fonte: Barros ([2023?]).

As comparações das sequências na ferramenta Genbank apresentaram alta similaridade com sequências de espécies de Botryosphaeriaceae e serão posteriormente utilizadas para análises filogenéticas. Esse é o primeiro estudo realizado no Brasil para detecção de Botryosphaeriaceae em restos de poda e poderá mostrar uma diversidade de espécies associadas aos restos de poda.

Uma forma de reduzir a ocorrência de fungos que causam a morte descendente e conseqüentemente a fonte de inóculo em videira é a eliminação de restos de poda do vinhedo por retirada, queima ou até mesmo a compostagem dos restos de poda. A eficácia da compostagem foi comprovada por Lecomte *et al.* (2006), eles verificaram que processo de compostagem pode erradicar completamente fungos alvos (*Botryosphaeria obtusa*, *Phaeomoniella chlamydospora*, *Phaeoacremonium aleophilum* e *Eutypa lata*). Outros gêneros de Botryosphaeriaceae em restos de poda têm sido estudados. Elena e Luque (2016), quantificaram a longevidade do inóculo de *D. seriata* a partir de restos de poda de videira e a produção de conídio a partir dos restos de poda, monitorando-os durante 18 meses, e embora a produção de conídio tenha diminuído ao longo do tempo detectou-se conídios viáveis nos ramos após 42 meses da poda. Esses resultados comprovam o potencial desses fungos em tornar-se importantes

fontes de inóculo no vinhedo.

4 CONCLUSÕES

Fungos pertencentes à família Botryosphaeriaceae estão associados tanto a restos de poda da videira quanto ao material de propagação da videira. Todas as áreas de plantio e viveiros analisadas apresentaram níveis consideráveis de incidência da morte descendente. Os resultados obtidos aqui destacam a importância de buscar métodos de detecção de infecções quiescentes e formas de erradicar ou prevenir as plantas de videira dos fungos que causam a morte descendente em videira. Esses resultados terão continuidade visando a identificação das espécies de Botryosphaeriaceae detectadas neste estudo.

AGRADECIMENTOS

À FACEPE (Editais 18/2016-PNPD, 14/2020 - PBPG 2021.1), à CAPES, à UFCA e ao programa de Pós-Graduação em Fitopatologia da UFRPE.

REFERÊNCIAS

- BILLONES-BAAIJENS, Regina *et al.* Inoculum sources of Botryosphaeriaceae species in New Zealand grapevine nurseries. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.135, p.159-174, 2013.
- BILLONES-BAAIJENS, Regina *et al.* Spatial distribution of Neofusicoccum species within a rootstock mother vine indicates potential infection pathways. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 141, p. 267-269, 2015.
- BILLONES-BAAIJENS, Regina; SAVOCCHIA, Sandra. A review of Botryosphaeriaceae species associated with grapevine trunk diseases in Australia and New Zealand. **Australas. Plant Pathol**, Canberra, v. 48, p. 3-18, 2019.
- CARBONE, Ignazio; KOHN, Linda, M. A method for designing primer sets for speciation studies in filamentous ascomycetes. **Mycologia**, Madison, v. 91, p. 553-556, 1999.
- CORREIA, Kamila Câmara *et al.* Fungal trunk pathogens associated with table grape decline in Northeastern Brazil. **Phytopathologia Mediterranea**, Firenze, v. 52, p. 380-387, 2013.
- CORREIA, Kamila Câmara *et al.* Phylogeny, distribution and pathogenicity of

Lasiodiplodia species associated with dieback of table grape in the main Brazilian exporting region. **Plant Pathology**, London, v. 65, p. 92-103, 2016.

ELENA, Georgina; LUQUE, Jordi. Pruning debris of grapevine as a potential inoculum source of *Diplodia seriata*, causal agent of *Botryosphaeria* dieback. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 144, p. 803-810, 2016.

GLASS, Louise; DONALDSON, Gary. Development of primer sets designed for use with the PCR to amplify conserved genes from filamentous ascomycetes. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 61, p.1323-30, 1995.

GRAMAJE, David; ARMEGOL, Josep. Fungal trunk pathogens in the grapevine propagation process: potential inoculum sources, detection, identification, and management strategies. **Plant Disease**, St. Paul, v. 95, p.1040-1055, 2011.

LECOMTE, Pascal *et al.* Survival of fungi associated with grapevine decline in pruned wood after composting. **Phytopathologia Mediterranea**, Firenze, v. 45, p. 127-130, 2006.

PHILLIPS, Alan *et al.* The *Botryosphaeriaceae*: genera and species known from culture. **Studies in Mycology**, Utrecht, v. 76, p. 51-167, 2013.

PINTOS, Cristina *et al.* Fungi associated with grapevine trunk diseases in nursery-produced *Vitis vinifera* plants. Special issue dedicated to grapevine trunk diseases, **Phytopathologia Mediterranea**, Firenze, v. 57, p. 407-424, 2018.

SILVA, Pedro Carlos Gama; CORREIA, Rebert Coelho. Caracterização social e econômica da videira. In: LEÃO, Patrícia Coelho de Souza. C. de S. (ed.). **Cultivo da videira**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, (Embrapa Semi-Árido. Sistemas de Produção, 1), 2004.

STADEN, Rodger; BEAL, Kathryn; BONFIELD, James. The staden package. In: Misener, S.; Krawetz, S. A. (ed.). **Bioinformatics Methods and Protocols**. Totowa: Humana Press., 1998. p. 115-130.

ÚRBEZ-TORRES, Jose Ramon Urbez *et al.* Characterization of fungal pathogens associated with grapevine trunk diseases in Arkansas and Missouri. **Fungal Diversity**, Kunming, v. 52, p. 169-189, 2012.

ÚRBEZ-TORRES, Jose Ramon Urbez. The status of *Botryosphaeriaceae* species infecting grapevines. **Phytopathologia Mediterranea**, Firenze, v. 50, p. S5-S45, 2011.

VAN, Johan Magno Niekerk *et al.* DNA phylogeny, morphology and pathogenicity of *Botryosphaeria* species on grapevines. **Mycologia**, Madison, v. 96, p. 781-798, 2004.

WHITE, T. J. *et al.* Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: INNIS, M. A. *et al.* (ed.). **PCR protocols: a guide to methods and applications**. New York, N.Y: Academic Press, Inc.; 1990. p. 315-322.



COMBINANDO MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO E OTIMIZAÇÃO PARA OBTER MELHOR DESEMPENHO NA TAREFA DE CLASSIFICAR

Ana Laís Duarte Aquino Dumont⁷

Rosilda Benício de Souza⁸

Nicolas Moreira de Carvalho Gomes⁹

Matheus Souza Leite¹⁰

1 INTRODUÇÃO

O uso da classificação permeia as diversas áreas do conhecimento. Seja o uso e ocupação do solo estudado por Moreira *et al.* (2014), ou o reconhecimento de voz, e em análise de sequências de DNA conforme Oliveira Júnior (2010). Sua aplicação pode ser vista em situações como diagnóstico de doenças, busca na internet, filtro de e-mails, identificação de pessoas, seleção automática de qualidade, perfil de clientes, detecção de fraudes, marketing, entre muitas outras. A solução de um problema de classificação trata do agrupamento de objetos em classes de objetos similares. O grau de dificuldade para classificar um conjunto de dados em algum número de classes depende da variabilidade nos valores característicos.

A utilização de métodos de aprendizado de máquina ou *machine learning* é uma realidade devido as suas potencialidades frente a esse mundo tecnológico, e com altas demandas em eficiências de resultados e processos. Neste sentido, com a globalização, essas instrumentações digitais baseadas na matemática e estatística podem vir a contribuir com diversas técnicas, apresentando assim

⁷ Universidade Federal Rural de Pernambuco, evertohn@hotmail.com, Bolsista Mestrado FACEPE

⁸ Universidade Federal Rural de Pernambuco, barros-ana@hotmail.com, Bolsista PNPd/CAPES

⁹ Universidade Federal Rural de Pernambuco Jadson.araujosilva@gmail.com, Bolsista Doutorado FACEPE

¹⁰ Universidade Federal do Cariri, jvna.salmito@ufca.edu.br, Técnica em Laboratório UFCA



um vasto campo (PÁSCOA, 2018). Estes métodos são de grande importância e um ramo usual em algumas áreas como mineração de dados, estatística, engenharia, ciências da computação entre outras ciências que trabalham com análises de dados. Alguns métodos são usuais para a tarefa de classificação, como as RNAs, que aprendem com erros e acertos imitando o cérebro humano (HAYKIN, 2001).

Outra alternativa possível para a solução de problemas complexos é a utilização do aprendizado de máquina como o *Support Vector Machine* (SVM) (VAPNIK, 1995). Moreira *et al.* (2014) afirmam que este modelo de aprendizagem por análise estatística possibilita a diminuição de erros empíricos durante o processo de classificação, além de que também pode separar as classes com uma maior eficiência através da maximização da margem de separação entre elas.

E para tornar a tarefa de classificação mais eficiente, pode-se combinar um método de otimização aos métodos de classificação. O *Simulated Annealing* (SA) surgiu em 1983 (KIRKPATRICK, 1983), no contexto da mecânica estatística, inspirado no processo utilizado para fundir um metal, onde este é aquecido a uma temperatura elevada e em seguida é resfriado lentamente, de modo que o produto final seja uma massa homogênea. Barkhordari e Tehranizadeh (2021) aplicaram SA a RNAs para previsão de respostas de paredes de cisalhamento de concreto armado. Combinando os métodos SA e RNAs, Bagherlou e Ghaffari (2018) propuseram um método eficiente em termos de taxa de descoberta de rotas e taxa de entrega de pacotes, para uma rede móvel que estabelece comunicação entre veículos. SVM e SA foram empregados por Mahareek, Desuky e El-Zhni (2021) em dados educacionais de alunos do ensino superior, para melhorar o processo de aprendizagem.

Nesta perspectiva, este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados obtidos a partir dos métodos de classificação SVM e RNAs, de modo que os principais parâmetros destes métodos, sejam obtidos por meio do método SA. Serão analisados cinco conjuntos de dados diferentes. Uma vez que cada conjunto de dados tem características próprias, como dimensionalidade, número de classes, apresenta ou não sobreposição/não linearidade. Com isso, é esperado atingir altas taxas de acerto na classificação de qualquer conjunto de dados, das diversas áreas do conhecimento. Para desenvolvimento desse

trabalho, a plataforma computacional escolhida é o *R-program* (R Core Team, 2015).

2 METODOLOGIA

Serão analisados cinco conjuntos de dados. A Tabela 1 descreve os dados quanto a suas características como instâncias, atributos, número de classes, nome de cada classe e a instância de cada classe. Os dados descritos de Espirais Concêntricas, foram obtidos de forma simulada, enquanto que os dados de Câncer de mama, Coluna vertebral, Vinho e Yeast foram obtidos a partir da *UCI Machine Learning Repository* (DUA; GRAFF, 2019).

Tabela 1 - Descrição dos dados usados para a classificação

Dados	Instâncias	Atributos	Nº de classes	Classes (Instâncias)
Espirais Concêntricas	750	2	2	Interna (375); Externa (375)
Câncer de mama	458	9	2	Benigno (458); Maligno (241)
Coluna Vertebral	310	6	3	Hernia (60); Espondilolistese (150); Normal (100)
Vinho	188	13	3	Cultivar 1 (59); Cultivar 2 (71); Cultivar 3 (58)
Yeast	1484	8	4	Citoesqueleto (463); Nuclear (429); Mitochondrial (244); Outros (348)

Fonte: Própria dos autores.

Os algoritmos empregados para a classificação serão as RNAs do tipo MLP e o SVM. Para as RNAs, os parâmetros número máximo de interações (50, 100, 500, 1000 e 5000) e funções de aprendizagem (*Standart Back-Propagation*, *Backprop Momentum*, *Backprop Weight Decay* e *Quickprop*), serão determinados a partir do método SA.

Para o SVM, os parâmetros determinados pelo SA serão o kernel (linear, polynomial, radial e sigmoide), o Custo (0,1; 0,5; 1; 100 e 10000) e o gamma (0,1; 0,5; 1 e 2).

Para avaliar melhor o desempenho dos métodos, será empregado o método *cross validation*, de modo que 80% dos dados são usados para treino e 20% para teste, até que todos os objetos do conjunto de dados tenham sido testados e treinados. Todas as ferramentas desenvolvidas serão implementadas no *R-Program* (R Core Team, 2015).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Redes neurais artificiais

As Redes Neurais Artificiais (RNAs) são um sistema de processamento que calculam funções matemáticas, normalmente não lineares. As RNAs são inspiradas no cérebro humano, onde o sistema vai simular um aprendizado baseado nos dados que processa. Existem uma ou mais camadas nesse processamento, que são interligadas por conexões, que constituem os nodos, e que geralmente estão associadas a pesos. Os pesos passam a ponderar a entrada recebida por cada neurônio e armazenam o “conhecimento” do modelo. A aprendizagem ocorre através de um ajuste nos pesos, para que se adequem a resposta esperada (HAYKIN, 2001). As RNAs do tipo *multilayer perceptron* (MLP), apresentam pelo menos uma camada intermediária ou escondida, são mais adequados para resolver problemas não linearmente separáveis.

Bauer e Jagusiak (2022) estudaram a variação de algoritmos na função de treinamento da MLP para a classificação de dados no diagnóstico de Ketosis, uma doença metabólica que afeta a produtividade de rebanhos bovinos pelo mundo, a partir de dados obtidos na análise sanguínea de vacas. Hariri (2022) utilizou do MLP, juntamente com outras técnicas, para melhorar o reconhecimento facial mesmo com o uso de máscaras, algo que se tornou mais complicado devido a pandemia de covid-19.

3.2 Support vector machines

O método *Support Vector Machines* (SVMs) (VAPNIK, 1995), é um algoritmo de aprendizado supervisionado, usual na resolução de problemas de

classificação. Trata do mapeamento de um conjunto de dados para um espaço de características multidimensional, usando uma função matemática, conhecida como kernel.

SVMs tem recebido cada vez mais notoriedade por parte da comunidade científica. Moreira *et al.* (2014) afirmam que este modelo de aprendizagem por análise estatística possibilita a diminuição de erros empíricos durante o processo de classificação, além de que também pode separar as classes com uma maior eficiência através da maximização da margem de separação entre elas. Lorena *et al.* (2007) discorre que é de suma importância o estudo dos parâmetros do algoritmo SVM para o desenvolvimento de suas respectivas soluções para os problemas impostos à ciência. Uma vez que a escolha de um determinado parâmetro pode ser interessante para uma ocasião, e não ser interessante a outra.

3.3 Simulated annealing

O *Simulated Annealing* (SA) surgiu em 1983 (KIRKPATRICK, 1983), no contexto da mecânica estatística, inspirado no processo utilizado para fundir um metal, onde este é aquecido a uma temperatura elevada e em seguida é resfriado lentamente, de modo que o produto final seja uma massa homogênea. Por se tratar de um algoritmo de otimização, em cada iteração o SA procura o próximo candidato a ponto de mínimo na vizinhança do candidato corrente, agindo de acordo com a diferença entre os valores da função de energia (função-objetivo). Uma grande vantagem do SA em relação a outros métodos, é a possibilidade de evitar mínimos locais. Além disso, uma característica importante desse algoritmo é que a probabilidade de se aceitar um vizinho de maior energia decresce com o tempo, o que se implementa com um parâmetro, a temperatura, que decresce a cada iteração.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na Tabela 2, é apresentado o melhor resultado obtido aplicando o algoritmo SA às RNAs. Cada conjunto de dados em estudo, foi particionado em 80% para treino e 20% para teste, aplicando o *5-fold cross validation*. Os

resultados apresentados referem-se aos parâmetros que forneceram a melhor acurácia dentre os 5 *folds*.

Tabela 2 - Parâmetros da MLP determinados pelo SA e Taxa de acertos

Dados	Função de aprendizagem	Iterações	Taxa de acertos
Espirais Concêntricas	Std_Backpropagation	1000	0,5027
Câncer de mama	BackpropMomentum	50	0,9733
Coluna Vertebral	Quickprop	5000	0,4677
Vinho	BackpropWeightDecay	1000	0,8941
Yeast	Std_Backpropagation	1000	0,3619

Fonte: Própria dos autores.

A Tabela 3 exibe os parâmetros que apresentaram os melhores resultados no uso do algoritmo SA aplicado ao SVM. Do mesmo modo, os conjuntos de dados em estudo, foram particionados. Os resultados apresentados referem-se aos parâmetros que forneceram a melhor acurácia dentre os 5 *folds*. Outros valores para *kernel*, custo e *gamma* foram observados, no entanto, não forneciam a melhor taxa de acertos.

Tabela 3 - Parâmetros do SVM determinados pelo SA e Taxa de acertos

Dados	Kernel	Custo	gamma	Taxa de acertos
Espirais Concêntricas	radial	100	2	1,0000
Câncer de mama	radial	10000	0,1	0,9781
Coluna Vertebral	radial	1	0,5	0,8710
Vinho	polynomial	100	0,5	1,0000
Yeast	linear	0,1	0,5	0,6376

Fonte: Própria dos autores.

De acordo com os resultados tabelados, evidencia-se um melhor desempenho para o SVM. Ganhou destaque o kernel radial e o *gamma* de 0,5. Cada um dos conjuntos apresenta suas particularidades, como diferentes números e classes, atributos e instâncias por classes. As melhores taxas de acerto, no geral, são apresentadas para os conjuntos de duas classes, em comparação ao geral de três classes. A pior taxa de acertos é obtida para o conjunto que contém quatro classes. Em relação aos resultados obtidos pelas RNAs, a taxa de acertos para os dados de Câncer, coincidem com a taxa obtida pelo SVM. Supõe-se que outros parâmetros devem ser otimizados, como por

exemplo, número de camadas escondidas, número de neurônios por camadas e taxa de aprendizagem.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados expostos, o desenvolvimento das arquiteturas algorítmicas geradas no programa R, utilizando uma aprendizagem supervisionada, se mostraram eficientes para a classificação da maioria dos conjuntos de dados. Vale ainda ressaltar que a eficiência atingida para estes conjuntos de dados não garante o mesmo percentual para outros, uma vez que se trata de um campo de conhecimento com muitos detalhes e extrema variabilidade de ocasiões. Embora o SVM associado ao SA tenha apresentado um melhor resultado, não implica que seja mais eficiente do que as RNAs. Sabese as RNAs apresentam certa complexidade na implementação, e seu bom desempenho dependerá da combinação de diversos parâmetros. De modo geral, em casos onde há uma semelhança de resultados, é preferível o método mais simples por apresentar um custo e uma complexidade menores.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Cariri, pela bolsa PIBITI concedida.

REFERÊNCIAS

BAGHERLOU, H.; GHAFARI, A. A routing protocol for vehicular ad hoc networks using simulated annealing algorithm and neural networks. **J Supercomput**, [s. l.], v. 74, p. 2528-2552, 2018.

BARKHORDARI, Mohammad Sadegh; TEHRANIZADEH, Mohsen. Response estimation of reinforced concrete shear walls using artificial neural network and simulated annealing algorithm. **Structures**, [s. l.], v. 34, p. 1155-1168, 2021.

BAUER, Edyta A.; JAGUSIAK, Wojciech. The use of Multilayer Perceptron Artificial Neural Networks to detect dairy cows at risk of Ketosis. **Animals**, [s. l.], v.12, n. 3, p. 332, 2022.

DUA, D.; GRAFF, C. **UCI Machine Learning Repository**. Irvine, CA: University of California, School of Information and Computer Science, 2019. Disponível em:

<http://archive.ics.uci.edu/ml>. Acesso em: 15 ago. 2022.

HARIRI, Walid. Efficient masked face recognition method during the COVID-19 pandemic. **Signal, Image and Video Processing**, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 605-612, 2022.

HAYKIN, Simon. **Redes Neurais Princípios e Prática**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

KIRKPATRICK, S.; GELATT, C. D.; VECCHI, M. P. Optimization by simulated annealing. **Science, American Association for the Advancement of Science**, [s. l.], v. 220, n. 4598, p. 671-680, 1983. ISSN 0036-8075.

LORENA, A. C.; DE CARVALHO, A. C. P. L. F. Uma Introdução às Support Vector Machines. **Revista de Informática Teórica e Aplicada**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 43-67. 2007.

MAHAREEK, Esraa Alaa; DESUKY, Abeer S.; EL-ZHNI, Habiba Abdullah. Simulated annealing for SVM parameters optimization in student's performance prediction. **Bulletin of Electrical Engineering and Informatics**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 1211-1219, 2021.

MOREIRA, A. A.; NERY, C. V. M.; FERNANDES, F. H. S. Aplicação do algoritmo support vector machine na análise espaço-temporal do uso e ocupação do solo na bacia do rio vieira. **Caminhos de Geografia**, [s. l.], v. 15, n. 50, 2014.

OLIVEIRA JUNIOR, Gilson Medeiros. Máquinas de Vetores Suporte: Estudo e Análise de Parâmetros para Otimização de Resultado. 2010. 41 f. TCC (Graduação em Ciências da Computação) – Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010. Disponível em: <https://www.cin.ufpe.br/~tg/2010-2/gmoj.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2022.

PÁSCOA, Mariana Isabel Ferreira. **Os desafios da Machine Learning**: Aplicação ao Mercado Financeiro. 2018. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade de Coimbra.

VAPNIK, V. N. **The Nature of Statistical Learning Theory**. New York: Springer Verlag 1995.



A CORRELAÇÃO ENTRE A DIABETES MELLITUS E OS ACHADOS NEUROPÁTICOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Luigi Alencar de Souza¹

Laysa Maria Lacerda Oliveira Nascimento²

Mateus Duarte Dumont de Matos³

1 INTRODUÇÃO

Neuropatia é um termo relacionado a doenças que atingem, normalmente, nervos periféricos, afetando, desse modo, a sensibilidade e motricidade do indivíduo, além de parte da funcionalidade autônoma. A diabetes é uma doença causada pelo aumento da concentração de glicose no sangue, isso promove vários processos metabólicos, que irão afetar, dentre muitos efeitos, o sistema nervoso, provocando certas patologias e evidências clínicas. A neuropatia diabética pode ser encaixada como um conjunto de doenças que possuem uma característica em comum, que é uma progressiva perda das fibras nervosas, seja por atrofia, lesões ou até mesmo desmielinizações, como será citado à frente, irá resultar em deterioração das funções nervosas, resultando nos mais variados sintomas, de anestesia, parestesia, e até mesmo dores (GREENE *et al.*, 1992).

Portanto, a diabetes, ao não estar sob controle do paciente, pode evoluir e afetar outros sistemas no corpo, como o sistema nervoso retratado, somando-se a outras doenças crônicas, como a hipertensão, as chances de complicações tendem a aumentar. Logo, todos os achados, sendo eles problemas cardiovasculares, equilíbrio, sensibilidade e audição podem, e devem, ser relacionados a diabetes.

De acordo com dados da Federação Internacional de Diabetes, em 2021,

¹ Estudante da Universidade Federal do Cariri. luigi.alencar@aluno.ufca.edu.br

² Estudante da Universidade Federal do Cariri. laysa.lacerda@aluno.ufca.edu.br

³ Estudante da Universidade Federal do Cariri. mateus.dumont@aluno.ufca.edu.br



existem mais de 500 milhões de pessoas no mundo que possuem a doença. No Brasil, esse número chega à 16,8 milhões, resultando em 7% da população, porém, diferentemente de outros países, como o caso dos Estados Unidos, o tratamento de diabetes no Brasil pode ser acessado por meio do Sistema Único de Saúde (SUS), contribuindo para prevenção de agravos dessa doença, como as neuropatias.

Dessa maneira, a correlação entre os achados clínicos neuropáticos em pacientes com diabetes mellitus se torna fundamental, tanto para encontrarmos padrões, quanto para impedir que eles se repitam.

Portanto, o objetivo foi buscar na literatura associações entre achados clínicos neurológicos em pacientes que possuem diabetes, buscando a fisiopatologia da doença, seu agravamento e soluções de tratamento que estão surgindo, comparando dados e distinguindo os que são relevantes ao tema pesquisado.

2 METODOLOGIA

A metodologia usada foi baseada em pesquisa em bases de dados com palavras-chave, sendo essas: “neuropathy”, “diabetes”, “myelin” e “lesions”. Foram usadas três bases de dados, sendo *Scopus*, que após o filtro usado para artigos referentes aos últimos cinco anos, obteve-se quatro resultados, dos quais, dois foram escolhidos por estarem mais relacionados à temática pretendida. Do mesmo modo, na base de dados Embase, após o filtro de artigos dos últimos cinco anos, foram encontrados quinze resultados, dos quais quatro foram selecionados. Na base de dados da *PubMed*, após aplicar filtros dos últimos cinco anos, além de somente artigos em inglês ou português, foram obtidos cinco resultados, dos quais três foram selecionados para a análise. Após a seleção, a análise feita foi de relacionar e diferenciar os achados entre eles, mediante uma revisão narrativa, analisando informações gerais sobre a patologia e as mais novas descobertas sobre, analisando novos achados de causa e efeito relacionados à neuropatologia e à diabetes.

3 DISCUSSÃO

A priori, em estudo realizado na China, Wang *et al.* (2018), a prevalência da diabetes mellitus em pacientes com mais de 18 anos foi de mais de 11%, sendo que nesses pacientes, foi detectado algum grau de neuropatia em mais de 50% desses. Dentre os achados clínicos da neuropatia, encontra-se associado a função do nervo afetado, como os achados sensitivos, que pode causar uma perda das sensações ao toque, ou relacionado a nervos motores, que podem causar perdas de equilíbrio e, principalmente, fraqueza muscular, além de lesões em outros sistemas, como problemas cardiopáticos e vasculares.

A causa continua incerta, mas associa-se a hiperglicemia, principalmente nos diabéticos tratados tardiamente, a longo termo, causando estresse e desordens autoimunes. Groener *et al.* (2020), demonstrou, em estudo associado ao nervo ciático, que pacientes com longa duração do quadro de diabetes apresentaram uma lesão acumulada, demonstrando a importância da detecção e tratamento precoce da doença. Além disso, associa-se também ao Fator de necrose tumoral (TNF- α) e Fator de crescimento insulina-like (IGF-1).

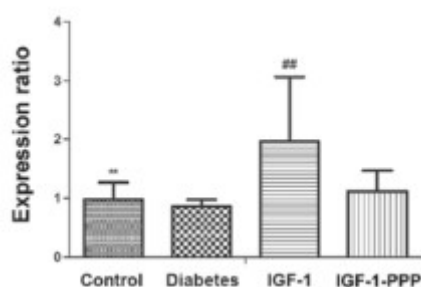
A bainha de mielina é um dos pontos principais na transmissão de informações pelos nervos no nosso corpo, sendo assim, Marois *et al.* (2020), descreveu que apesar de não haver uma desmielinização perceptível nas fibras nervosas, a formação de novas estruturas é extremamente dificultada, levando ao processo da neuropatia diabética, tudo isso associado a down regulation de proteínas envolvidas no metabolismo, imunidade e inflamação, enquanto Lanigan *et al.* (2020), associa essa patologia com a glicosilação da mielina na estrutura do axônio, deficiência de IGF-1, anomalias mitocôndrias e até mesmo o impedimento do suprimento vascular correto.

Além do IGF-1, outro mecanismo usado, é o GLP-1, que segundo Takaku *et al.* (2020), pode ser um mecanismo de reparo funcional para lesões comuns, como as que ocorrem no nervo ciático, vale ressaltar, que GLP-1 é usado como referência para incretinas usadas no tratamento da diabetes, como o caso dos fármacos da Liraglutida e Semaglutida.

Visto que, o Brasil é o quinto país com maior incidência de diabetes no mundo, e além disso, cerca de 46% das pessoas de 20-79 anos não sabem que

possuem diabetes, o agravamento do estado de diabetes para neuropatia se torna comum, devido ao não tratamento precoce, urge-se, pois, a necessidade de uma maior cobertura na atenção primária de saúde, evitando a incidência e prevalência desse quadro.

Título	Autor	Ano	País
Curcumin and its analog alleviate diabetes-induced damages by regulating inflammation and oxidative stress in brain of diabetic rats	ChengFeng Miao <i>et al</i>	2021	China
Exendin-4 Promotes Schwann Cell Survival/Migration and Myelination In Vitro	Shizuka Takaku <i>et al</i>	2021	Japão
Effect of combined dyslipidemia and hyperglycemia on diabetic peripheral neuropathy in alloxan-induced diabetic WBN/Kob rats	Kiyokazu Ozaki <i>et al</i>	2018	Japão
Protection of insulin-like growth factor 1 on experimental peripheral neuropathy in diabetic mice	Hua Wang <i>et al</i>	2018	China
Comparative Pathology of the Peripheral Nervous System	Lisa G. Lanigan <i>et al</i>	2020	USA
Understanding the structural changes in diabetic neuropathy	M. Le Marois <i>et al</i>	2020	Alemanha
Understanding Diabetic Neuropathy—From Subclinical Nerve Lesions to Severe Nerve Fiber Deficits: A Cross-Sectional Study in Patients With Type 2 Diabetes and Healthy Control Subjects	Jan B. Groener	2020	Alemanha



Fonte: Wang *et al.* (2018).

Gráfico que mostra a comparação de um grupo controle, um grupo com diabetes e aqueles indivíduos que estão recebendo o tratamento IGF-1. Nota-se a diferença de concentrações entre o grupo controle e o grupo diabetes, correlacionando os achados nos pacientes que sofrem de neuropatia e reforçando a teoria de perda de IGF-1 sendo, em parte, responsável por causa das diversas

neuropatias derivadas de diabetes.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto, a diabetes mellitus acarreta consigo diversas outras problemáticas, diante disso vê-se a necessidade do diagnóstico precoce, evitando assim que problemas como a neuropatia diabética surjam. Além disso, os sintomas apresentados, motores e sensitivos, podem diminuir consideravelmente a qualidade de vida da pessoa. O entendimento escasso faz as novas descobertas serem de extrema importância, além das novas opções de tratamento, porém ainda são muito restritas e muito caras.

REFERÊNCIAS

GREENE, Douglas A. *et al.* Complications: neuropathy, pathogenetic considerations. **Diabetes care**, [s. l.], v. 15, n. 12, p. 1902-1925, 1992.

GROENER, Jan B. *et al.* Understanding diabetic neuropathy—from subclinical nerve lesions to severe nerve fiber deficits: A cross-sectional study in patients with type 2 diabetes and healthy control subjects. **Diabetes**, [s. l.], v. 69, n. 3, p. 436-447, 2020.

LANIGAN, Lisa G. *et al.* Comparative pathology of the peripheral nervous system. **Veterinary pathology**, [s. l.], v. 58, n. 1, p. 10-33, 2021.

LE MAROIS, M. *et al.* Understanding the structural changes in diabetic neuropathy. *In: Diabetologia*. One New York Plaza, suite 4600, New York, NY, United States: SPRINGER, 2020. p. S407-S407.

MIAO, Chengfeng *et al.* Curcumin and its analog alleviate diabetes-induced damages by regulating inflammation and oxidative stress in brain of diabetic rats. **Diabetology & Metabolic Syndrome**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 1-11, 2021.

OZAKI, Kiyokazu *et al.* Effect of combined dyslipidemia and hyperglycemia on diabetic peripheral neuropathy in alloxan-induced diabetic WBN/Kob rats. **Journal of Toxicologic Pathology**, [s. l.], v. 31, n. 2, p. 125-133, 2018.

TAKAKU, Shizuka *et al.* Exendin-4 Promotes Schwann Cell Survival/Migration and Myelination In Vitro. **International journal of molecular sciences**, [s. l.], v. 22, n. 6, p. 2971, 2021.

WANG, Hua *et al.* Protection of insulin-like growth factor 1 on experimental peripheral neuropathy in diabetic mice. **Molecular Medicine Reports**, [s. l.], v. 18, n. 5, p. 4577-4586, 2018.

BIOFERTILIZANTES E MICRORGANISMOS INDUTORES DE RESISTÊNCIA ÀS PRAGAS DO ALGODOEIRO NO SEMIÁRIDO CEARENSE

Benedito Charlles Damasceno Neves¹

João Roberto Pereira dos Santos²

Geraldo dos Santos Oliveira³

Gildo Pereira de Araújo⁴

Fábio Aquino de Albuquerque⁵

Francisco Roberto de Azevedo⁶

1 INTRODUÇÃO

A agricultura convencional praticada em grande escala, tem como principal objetivo uma maior produtividade e o aumento da produção e geralmente está relacionada com o uso abusivo de agrotóxicos e fertilizantes, que além dos diversos problemas já conhecidos, tem aumentado a intensidade de insetos-praga nas culturas (ALVES, 2018). Alguns adubos minerais solúveis, especialmente os nitrogenados, como também agrotóxicos orgânicos sintéticos, quando absorvidos pelas plantas, podem interferir na fisiologia do vegetal, reduzindo a proteossíntese e acumulando aminoácidos livres e açúcares redutores. Estes, como são utilizáveis pelas pragas e agentes fitopatogênicos, irão favorecer sua ocorrência na lavoura, o que resultará em danos significativos à cultura e a necessidade de controle destes organismos (ALVES *et al.*, 2001).

Segundo a teoria da trofobiose, todo organismo vegetal fica vulnerável

¹ Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Cariri, benedito.charlles@aluno.ufca.edu.br

² Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Cariri, João.roberto@aluno.ufca.edu.br

³ Técnico, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, geraldo.oliveira@embrapa.br

⁴ Analista, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, gildo.araujo@embrapa.br

⁵ Pesquisador, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, fabio.albuquerque@embrapa.br

⁶ Professor Associado IV, Universidade Federal do Cariri, roberto.azevedo@ufca.edu.br



ao ataque desses agentes quando excessos de aminoácidos livres e açúcares redutores estão presentes no sistema metabólico da planta. Na medida em que a trofobiose apresenta relação direta com os distúrbios metabólicos causados pelo estresse fisiológico das plantas, está conseqüentemente, relacionada também com a determinação das respostas da produtividade a esses distúrbios e a correspondente sustentabilidade do agroecossistema. A ação humana, através de práticas agroecológicas, poderá conter ou regular o estresse, de modo a manter a sustentabilidade e o nível de produtividade (VILA NOVA; SILVA JÚNIOR, 2009). Diante do exposto, o presente estudo objetivou avaliar o uso de biofertilizantes e microrganismos indutores de resistência ao ataque de insetos-praga no algodoeiro.

2 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido no campo experimental da Embrapa - Algodão, localizado no município de Missão Velha, utilizando o algodoeiro herbáceo cv. BRS 433, sob condições de sequeiro. O plantio ocorreu no dia 15 de fevereiro e a colheita no dia 29 de junho de 2022, sendo os tratamentos culturais realizados de acordo com as recomendações da Embrapa - Algodão.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, representados pelo fungo *Beauveria-Oligos* biotec, a bactéria *Azospirillum brasilense*, o Fert Bokashi Premium®, o Vorax® Biofertilizante, o Caulim, sendo a adubação nitrogenada com Uréia como testemunha referência e sem adubação nitrogenada, como testemunha absoluta, com cinco repetições, totalizando 35 parcelas experimentais de 36 m².

Para a coleta dos dados foram consideradas apenas as quatro linhas centrais (9 metros de comprimento cada). O espaçamento entre fileiras foi de 0,80m com oito plantas por metro linear. Os tratamentos foram aplicados via solo, exceto para o caulim, que foi aplicação foliar, mensalmente, totalizando quatro aplicações. O biofertilizante Vorax, que foi aplicado semanalmente.

O monitoramento dos insetos foi realizado semanalmente ao longo da fase de desenvolvimento das plantas. Foram amostrados cinco pontos ao longo das fileiras centrais da parcela e em cada ponto observou-se uma planta totalizando

cinco plantas por parcela. A amostragem foi realizada caminhando em sentido único e anotando o ataque ou a presença de insetos em planilha, iniciada após a emergência das plantas e finalizada antes da colheita.

Os dados obtidos foram transformados em $(x+0,5)^{1/2}$ e submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade ($P=0,05$) pelo software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Na última década, o Brasil expandiu em 190% o mercado de agrotóxicos, o que colocou o País em primeiro lugar no ranking mundial de consumo desde 2008. Dez empresas controlam mais de 70% desse mercado no País. Somente na safra de 2010 e 2011, foram utilizados 936 mil toneladas de agrotóxicos (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018).

Conforme Romero-Perdomo *et al.* (2017), em 40–50% do total de fertilizantes envolvidos na absorção de nitrogênio não são assimilados imediatamente pelas plantas ou são perdidos por lixiviação, desnitrificação, volatilização e estão sujeitos à conversão em formas indisponíveis. A má assimilação de nutrientes acaba levando a uma utilização crescente de Fertilizante Nitrogenado Sintético (SNF), o que reduz a fertilidade do solo e a biodiversidade, contamina as águas subterrâneas e, conseqüentemente, afeta a saúde humana. Atualmente, há uma procura por meios alternativos e viáveis para o controle de populações desses agentes redutores da produção agrícola frente aos mecanismos de controle propostos na agricultura convencional.

Nesse sentido, a Teoria da Trofobiose proposta por Francis Chaboussou em 1969 vem sendo reinterpretada para o equilíbrio dos agroecossistemas. Segundo essa teoria, todo organismo vegetal fica vulnerável ao ataque desses agentes quando excessos de aminoácidos livres e açúcares redutores estão presentes no sistema metabólico da planta (AVILA *et al.*, 2016). Existem diferentes correntes filosóficas agroecológicas, e, elas definem as práticas realizadas pelos produtores onde se pode citar: Agricultura Natural (Mokiti Okada), a Agricultura Orgânica (Howard), a Agricultura Biológica (Aubert), a Agricultura Biodinâmica

(Steiner) e a Permacultura (Mollison), entre outras (ROSA, 2018).

Conforme Diniz (2011), a Agricultura Biológica ou Agrobiológica surgiu na França, na década de 60, e seu fundador foi Claude Aubert. Essa corrente liga-se à teoria da trofobiose, apresentada por Chaboussou (1987), com a posição de que a resistência das plantas ao ataque de insetos-pragas e, a sua saúde e vigor são determinados pelo equilíbrio nutricional ou desequilíbrios provocados por agroquímicos. Para essa teoria, a planta ou parte da planta cultivada só será atacada por um inseto quando tiver na sua seiva, exatamente o alimento que eles precisam.

Segundo Reganold e Wachter (2016), os sistemas de agricultura biológica proporcionam maiores serviços ecossistêmicos e benefícios sociais, em comparação a agricultura convencional. Todavia, não há uma abordagem única solucionadora, é necessária uma mistura de sistemas orgânicos e outros sistemas agrícolas inovadores. No entanto, existem barreiras significativas à adoção desses sistemas e uma diversidade de instrumentos de políticas será necessária para facilitar seu desenvolvimento e implementação.

Andando diretamente contra essa teoria, está a utilização de agrotóxicos na agricultura convencional e a cultura do algodão é responsável por um número elevado de aplicação de agrotóxicos, em torno de 6% do total comercializado no Brasil. A maior parte destes produtos, são inseticidas, consequência do grande número de artrópodes fitófagos com potencial para se tornarem pragas do algodoeiro (ARAUJO, 2013).

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após a realização de sete amostragens, verificou-se que as principais pragas encontradas foram o bicudo do algodoeiro *Anthonomus grandis*, a lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* e o pulgão do algodoeiro *Aphis gossypii*. Observou-se que as plantas foram menos atacadas pelo bicudo quando se aplicou o fungo *Beauveria*, diferindo estatisticamente entre os outros tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 – Médias de infestação do bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*) em algodoeiro tratado com diferentes biofertilizantes e microorganismos. Missão Velha-CE, 2022

Tratamentos	Médias de infestação
Testemunha	1.42 a
Uréia	2.1 b
Azospirillum	1.75 b
Beauveria	1.54 a
Caulim	1.78 b
Vorax	1.91 b
Fert Premium	1.84 b
C.V(%)	14.50

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (Scott-Knott) a 5% de probabilidade. Para efeito de análise os dados foram transformados em $\sqrt{x + 0.5}$.

Com relação à lagarta não foi observado nenhuma diferença estatística entre os tratamentos aplicados (Tabela 2).

Tabela 2 – Médias de infestação da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) em algodoeiro tratado com diferentes biofertilizantes e microorganismos. Missão Velha-CE, 2022

Tratamentos	Médias de infestação
Testemunha	1.01 a
Uréia	0.81 a
Azospirillum	0.81 a
Beauveria	0.81 a
Caulim	0.88 a
Vorax	1.01 a
Fert Premium	0.70 a
C.V(%)	31.71

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (Scott-Knott) a 5% de probabilidade. Para efeito de análise os dados foram transformados em $\sqrt{x + 0.5}$.

Já para o pulgão, percebeu-se que as plantas tratadas com Vorax, Caulim e Beauveria, estas foram estatisticamente menos atacadas quando comparadas

com o fert Premium, Azospirillum e uréia (Tabela 3).

Tabela 3 – Médias de infestação do pulgão do algodoeiro (*Aphis gossypii*) em algodoeiro tratado com diferentes biofertilizantes e microorganismos. Missão Velha-CE, 2022

Tratamentos	Médias de infestação
Testemunha	0.91 a
Uréia	1.12 b
Azospirillum	1.16 b
Beauveria	0.91 a
Caulim	0.70 a
Vorax	0.70 a
Fert Premium	1.16 b
C.V(%)	30.43

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste t (Scott-Knott) a 5% de probabilidade. Para efeito de análise os dados foram transformados em $\sqrt{x + 0.5}$.

O fungo *Beauveria* parece ter efeito indutor de resistência na planta para bicudo e pulgão embora sejam insetos com hábitos alimentares distintos, porém ainda são necessários mais estudos para avaliar melhor esse efeito.

5 CONCLUSÕES

O fert premium e o *Azospirillum* influenciam muito pouco na ocorrência das pragas do algodoeiro nas condições em que a pesquisa foi realizada e os biofertilizantes e microorganismos testados não afetam consideravelmente a lagarta.

Assim sendo, há necessidade de novos estudos que avaliem a influência da aplicação desses tratamentos por um período prolongado de tempo, para avaliar mais profundamente os mecanismos que levam a indução da resistência para estas pragas do algodoeiro.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo incentivo à pesquisa através da concessão da bolsa remunerada. À EMBRAPA - Algodão por ceder uma área experimental, material e apoio logístico para a realização do experimento.

REFERÊNCIAS

ALVES, Marluce Regina dos Santos. **Testando a Teoria da Trofobiose**. 2018. 37 p. Trabalho de Conclusão (Graduação em Ecologia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

ALVES, Sérgio Batista *et al.* Trofobiose e Microrganismos na Proteção de plantas. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, [s. l.], n. 21, 2001.

ARAUJO, Gildo Pereira. **Cultivo do algodão agroecológico no semiárido com ênfase no manejo de pragas**: em busca da sustentabilidade. 2013. 102 p. Dissertação. (Mestrado em Desenvolvimento Regional Sustentável) – Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, 2013.

AVILA, Sheila Rodrigues de *et al.* A influência da adubação orgânica no equilíbrio trofobiótico solo-couve-pulgão. *In*: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 6., 2016, Pelotas. **Anais [...]**. Brasília, DF: Embrapa, 2016.

CHABOUSSOU, Francis. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos - a teoria da trofobiose**. Porto Alegre: LPM, 1987. 256 p.

DINIZ, Belísia Lúcia Moreira Toscano. **Agroecologia e Agricultura orgânica**. Caderno de Licenciatura em Ciências Agrárias. Bananeiras: Editora Universitária/UFPB, v. 7, 40 p, 2011.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, [s. l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, Dec. 2019.

LOPES, Carla Vanessa Alves; ALBUQUERQUE, Guilherme Souza Cavalcanti de. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 42, n.117, p. 518-534, 2018.

REGANOLD, John; WACHTER, Jonathan. Organic agriculture in the twenty-first century. **Nature Plants**, [s. l.], v. 2, p. 8, 2016.

ROMERO-PERDOMO, Felipe *et al.* *Azotobacter chroococcum* as a 6 potentially useful bacterial biofertilizer for cotton (*Gossypium hirsutum*): Effect in reducing N fertilization. **Revista Argentina de Microbiología**, [s. l.], v. 49, n. 4, p. 377-383,



2017.

ROSA, Lauro Diniz da Silva. **Correntes agroecológicas**: uma reflexão conceitual entre teorias e práticas. 2018. 31 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Educação do Campo: Ciências da Natureza) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tramandaí, RS, 2018.

VILANOVA, Clélio; SILVA JÚNIOR, Carlos Dias da. A Teoria da Trofobiose sob a abordagem sistêmica da agricultura: eficácia de práticas em agricultura orgânica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 39-50, 2009.



CARACTERIZAÇÃO DE FILMES BIODEGRADÁVEIS REFORÇADOS COM FIBRAS NATURAIS, PROVENIENTES DA AGROINDÚSTRIA LOCAL

Benedito Charlles Damasceno Neves¹

João Roberto Pereira dos Santos²

Geraldo dos Santos Oliveira³

Gildo Pereira de Araújo⁴

Fábio Aquino de Albuquerque⁵

Francisco Roberto de Azevedo⁶

1 INTRODUÇÃO

Dados da FAO (2016), relatam que em torno de 1,3 bilhões de toneladas da produção mundial de alimentos, destinados ao consumo humano são desperdiçados ou perdidos. Percentual significativo deste desperdício, em torno de 50% da produção, provém do processamento e pós-colheita de frutas e vegetais. Estes resíduos geram parte dos impactos ambientais vistos atualmente, prejudicando não somente o meio ambiente, mas a população em geral (FERREIRA *et al.*, 2022).

A necessidade de reduzir a perda de alimentos e a geração de resíduos alimentares é preconizada em algumas metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU, 2015; MATHEUS, 2021). No entanto, dificilmente esses resíduos serão totalmente erradicados, uma vez que são inerentes ao processamento de alimentos. Nessa perspectiva, é fundamental desenvolver estratégias de aproveitamento desses resíduos por

¹ Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Cariri, benedito.charlles@aluno.ufca.edu.br

² Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Cariri, João.roberto@aluno.ufca.edu.br

³ Técnico, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, geraldo.oliveira@embrapa.br

⁴ Analista, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, gildo.araujo@embrapa.br

⁵ Pesquisador, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, fabio.albuquerque@embrapa.br

⁶ Professor Associado IV, Universidade Federal do Cariri, roberto.azevedo@ufca.edu.br



meio de práticas sustentáveis e tecnologias verdes, que estejam alinhadas com a economia circular e o desenvolvimento sustentável, propiciando benefícios socioeconômicos, ambientais e nutricionais (SOUZA *et al.*, 2020a; LEMAIRE; LIMBOURG, 2019). Atualmente, resíduos agroindustriais podem ser utilizados na produção de ração animal, biocombustível, compostos bioativos, enzimas, entre outros bioprodutos (SHARMA *et al.*, 2021; VELARDE *et al.*, 2020; TAKEYAMA *et al.*, 2020; MENDES *et al.*, 2020) sendo uma promissora alternativa o uso desses resíduos para desenvolvimento de filmes biodegradáveis (LUCHESE *et al.*, 2021; LUCHESE *et al.*, 2019) e filmes nanocompósitos (COELHO *et al.*, 2020; PELISSARI *et al.*, 2017; BALAKRISHNAN *et al.*, 2017) com potencial aplicação como embalagem ativa (CRIZEL *et al.*, 2018; CRIZEL *et al.*, 2016).

É imprescindível o desenvolvimento de estratégias que proporcionem o aproveitamento total dos resíduos agroindustriais, atualmente os vegetais e resíduos de frutas são usados como ração animal ou para produção de biogás, biocombustíveis, mas pode compor filmes biodegradáveis tais como a fibra de cana de açúcar e da bananeira conferindo ao filme resistência (BANERJEE *et al.*, 2017).

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar os filmes biodegradáveis provenientes dos resíduos da agroindústria preparados a partir da técnica de casting, usando fibra de bananeira e fibra de cana de açúcar como agente de fortalecimento da estrutura, a fim de reduzir os impactos ambientais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Obtenção dos insumos

A fonte de amido usada para elaboração dos filmes foi a farinha de mandioca, obtida nas casas de farinha do município do Crato, as fibras de cana-de-açúcar e babaneira foram obtidas de produtores locais.

2.2 Produção dos filmes

Os filmes foram produzidos, segundo a técnica de *casting* na qual consiste na preparação de uma solução filmogênica, seguida de sua secagem em estufa, com farinha de mandioca, e glicerol como plastificante. As quantidades foram calculadas com base no teor de sólidos totais da mistura (2,5% p/p). Foi utilizado um filme controle e elaborados filmes com adição de fibras naturais. A farinha, fibras e o glicerol foram dissolvidos em água e as soluções filmogênicas foram aquecidas sob agitação até 90 °C, permanecendo nesta temperatura por 10 min e resfriadas a temperatura em torno de 50 °C. Após resfriamento, foram vertidas em placas de vidro de 142 mm de diâmetro e o material foi seco em estufa com circulação de ar a 60 °C por 24 h.

3 CARACTERIZAÇÃO DOS FILMES

3.1 Espessura

Parâmetro definido como a distância entre duas superfícies importante para filmes nono ou multicamadas, onde para este estudo a metodologia foi recomendada por Silva (2011) e Oliveira (1996).

3.2 Teor de umidade

Foi realizado medido inicialmente a massa (g) do filme, que foi conduzido a estufa com circulação de ar, a 105 °C, durante 24 h. Obedecendo a seguinte equação:

$$U (\%) = [(m_i - m_f) / m_i] \times 100 \quad (\text{equação 1})$$

m_i = massa inicial da amostra

m_f = massa final

3.3 Gramatura

A quantidade e a viscosidade (consistência) da solução filmogênica



são fatores que contribuem para obtenção de filmes plásticos com maior ou menor gramatura, densidade e resistência mecânica (OLIVEIRA *et al.*, 1996). Sua determinação, em g/cm², foi realizada após a desidratação em dessecador durante 24h. Obedecendo a seguinte equação:

$$G = m/A \quad (\text{equação 2})$$

onde, m é a massa do filme e A é a área correspondente.

3.4 Densidade

As propriedades mecânicas e de barreiras dos filmes flexíveis são também influenciadas pela densidade dos mesmos. Para sua determinação (g/cm³), foi dividido a gramatura por sua respectiva espessura, conforme a equação a seguir.

$$d = G / e \quad (\text{equação 4})$$

na qual, **G** é a gramatura (g/cm²) e **e** é a espessura (cm).

3.5 Permeabilidade ao vapor de água (PVA)

A determinação gravimétrica da permeabilidade ao vapor de água (PVA) baseia-se na metodologia ASTM (2000), com adaptações. O filme foi fixado na abertura circular de um erlenmeyer com capacidade para 125mL garantindo que toda migração de umidade/vapor de água ocorra exclusivamente através do filme. O interior do Erlenmeyer foi parcialmente preenchido com água destilada (50mL), para determinação da massa inicial foram verificadas as massas iniciais do sistema: Erlenmeyer-água-filme-fita crep (mi). Sucessivas pesagens ao longo de 24h garantiram a massa final dos sistemas (mf).

A taxa de permeação, medida em g/(dia.cm²), obedece a equação.

$$PVA = (m_i - m_f) / t.A \quad (\text{equação 5})$$

onde t é o tempo (dia) e A é a área da abertura do Erlenmeyer (cm²).

3.6 Delineamento experimental

Os dados experimentais foram analisados usando o Statistica 7.0.

As variáveis independentes foram farinha de mandioca (p/p), glicerol (p/v), fibras (p/p). As variáveis dependentes foram espessura, teor de umidade, gramatura, densidade, permeabilidade ao vapor de água, solubilidade e perfuração.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores médios encontrados para o teor de umidade variam de 15,41 a 20,44% (Tabela 1), sendo semelhante ao estudo realizado por Costa, Santos, Silva e Silva; 2017, cuja pesquisa avaliou filmes obtidos a base de amido de feijão macáçar encontrando teor de umidade entre 14,45 à 26,50%.

Tabela 1 – Valores médios obtidos para o Teor de umidade de filmes de amido de mandioca tratados com fibras de bananeira e cana-de-açúcar

Tratamentos	%
FBAD	20,44
FCAD	16,57
FCBAD	17,15
SF	15,41

Fonte: Os autores.

- * SF- Filme sem fibras
- * FBAD- Filme com fibra de bananeira tratada com água destilada
- * FCAD- Filme com fibra de cana-de-açúcar tratada com água destilada,
- * FCBAD- Filme com fibra de cana-de-açúcar + fibra de bananeira tratada com água destilada. Fonte: Autor.

Os resultados obtidos na determinação da espessura (Tabela 2) dos filmes obtidos com diferentes tratamentos de reforço (fibra da cana-de-açúcar, fibra de bananeira, fibra da cana-de-açúcar + fibra de bananeira) variaram entre 0,75 à 1,16 mm, divergindo dos resultados obtidos por Franco (2019), em avaliação de filmes de amido reforçados com fibras de cana-de-açúcar (espessura 0,189 a 0,292 mm). Para o filme controle (SF) o valor de espessura determinado foi de 0,75mm, menor valor em comparação com os outros, pois não foram adicionadas fibras para reforço.

Os dados apresentados para gramatura dos filmes de amido de mandioca variaram de 0,071 à 0,137 g.cm², sendo superior ao valor da gramatura encontrada

por Costa *et al.* (2017). De acordo com Dantas e Lima (2007), teores maiores de gramatura oferecem uma melhor resistência mecânica e uma melhora na barreira a gases e ao vapor de água ao material.

Os parâmetros de densidade variam de 0,61 a 1,25 g.cm³, para o filme controle e para os demais filmes, sendo semelhante ao estudo de GKP Araújo (2014), onde os resultados obtidos foram de 1,29 a 1,30 g.cm³. Comparando os resultados, constatou-se que o filme controle e o filme acrescido de fibra de cana e fibra de bananeira foram mais densos. A Tabela 2, a seguir estão descritos os valores médios dos parâmetros de espessura, gramatura e densidade para o controle e para os demais tratamentos.

Tabela 2 - Avaliação de parâmetros de espessura, gramatura e densidade para filme controle e demais tratamentos

Tratamentos		Espessura (mm)	Gramatura (g/cm ²)	Densidade (g/cm ³)
SF	1	0,75 ± 0,6	0,084	1,12
FBAD	2	1,16 ± 0,26	0,071	0,61
FCAD	3	1,05 ± 0,30	0,085	0,81
FCBAD	4	1,09 ± 0,45	0,137	1,25

Fonte: Os autores.

*SF- Filme sem fibra,

*FBAD- Filme com fibra de bananeira tratada com água destilada

*FCAD- Filme com fibra de cana-de-açúcar tratada com água destilada,

*FCBAD- Filme com fibra de cana-de-açúcar + fibra de bananeira tratada com água destilada. Fonte: Autor

O parâmetro de permeabilidade ao vapor de água (PVA) é significativo para analisarmos o grau de revestimento de entrada ou saída de umidade do filme, cujos valores estão apresentados na Tabela 3, a seguir.

Tabela 3 – Valores obtidos para permeabilidade ao vapor de água (PVA) para filmes de amido controle e filmes com fibras para reforço

Tratamentos	(g/dia.cm ²)
SF	0,000986
FBAD	0,00109
FCAD	0,00208
FCBAD	0,00131

Fonte: Os autores.

- * SF- Filme sem fibra,
- * FBAD- Filme com fibra de bananeira tratada com água destilada
- * FCAD- Filme com fibra de cana-de-açúcar tratada com água destilada,
- * FCBAD- Filme com fibra de cana-de-açúcar + fibra de bananeira tratada com água destilada. Fonte: Autor

5 CONCLUSÃO

A principal importância desse estudo é reduzir os impactos ambientais causados pela deposição de embalagens com degradação lenta ao meio ambiente. Os resultados obtidos levam a concluir que os filmes a partir da fibra da cana de açúcar e da bananeira provenientes dos resíduos da agroindústria foram significativos. No processo de produção dos filmes foram consideradas como propriedades físicas: permeabilidade ao vapor de água e resistência mecânica. A baixa PVA, a baixa solubilidade e a alta resistência mecânica foram as características consideradas desejáveis para a obtenção de um bom filme. Os filmes produzidos possuem muitas aplicações, porém devem ser escolhidas de acordo com a sua finalidade da embalagem, podendo ser usado em culturas rápidas como coentro, alface e cebolinha.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Grace Kelly Pepineli de. **Desenvolvimento de filmes biodegradáveis de amido incorporados com extrato de própolis**. 2014. 43 f. TCC (Graduação em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Tecnológica do Paraná, Campo Mourão, 2014. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/6545>. Acesso em: 9 mar. 2019.

BANERJEE, J.; SINGH, R.; VIJAYARAGHAVAN, R.; MACFARLANE, D.; PATTI, A. F.; ARORA, A. Bioactives from fruit processing wastes: Green approaches to valuable chemicals. **Food chemistry**, [s. l.], v. 225, p. 10-22, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814616321148>. Acesso em: 9 mar. 2019.

COSTA, Djerson Mateus Alves da *et al.* Desenvolvimento e caracterização de filmes à base de amido de feijão maciço (Vigna Unguiculata). **Holos**, [s. l.], v. 7, p. 2-7, 21 dez. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2017.6318>. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/6318>. Acesso em: 9 mar. 2019.

FAO. **Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y no Caribe. Organización de las Naciones Unidas for la Alimentación y la Agricultura**, [s. l.], v. 23, 2016.

FERREIRA, Bruna Mayara Roldão; NEYRA, Rosyzela Cordova; COSTA, Joice Camila Martins da; BRUNI, Andressa Rafaella da Silva; BOLOGNESE, Marciele Alves; VIEIRA, Angélica Marquetotti Salcedo. Produção de filmes biodegradáveis a partir de resíduos de frutas e vegetais: uma revisão atualizada. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 5, 2022. ISSN 2525-3409. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i5.28544>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/28544>. Acesso em: 9 mar. 2019.

FRANCO, Paula Consoli Ireneo; FARIA, Mary Leiva; BILCK, Ana Paula. **Preparado e caracterização de filmes biodegradáveis com fibras de cana de açúcar**. Brasil. 2019. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqPics/1311430109P581.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2019.

MATHEUS, Julia Rabelo Vaz; SATORIVA, Juliana Martins; BARONE, Andreza Salles; ANDRADE, Cristiano José de; FAI, Ana Elizabeth Cavalcanti. Filmes biodegradáveis e agentes de reforço vegetais: Um enfoque em estudos brasileiros sob a ótica da economia circular. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 9, e49210918278, 2021. ISSN 25253409. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i9.18278>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/18278>. Acesso em: 9 mar. 2019.

PREVENÇÃO E DETECÇÃO DE CONFLITOS DE INTEGRAÇÃO DE CÓDIGO

Felipe Renan Fernandes¹

Paola Rodrigues de Godoy Accioly²

1 INTRODUÇÃO

Em um ambiente de desenvolvimento colaborativo, tarefas são comumente distribuídas aos desenvolvedores ou a subequipes de desenvolvimento que trabalham de forma independente entre eles. Como resultados, ao tentar integrar as colaborações de código junto a uma base comum, tipicamente utilizando um sistema de controle de versão, o desenvolvedor pode ter que lidar com conflitos de integração.

Tais conflitos se caracterizam quando dois ou mais desenvolvedores modificam um arquivo em comum e a ferramenta que faz a união desses arquivos não consegue decidir qual modificação deve ser persistida no código resultante. Assim, a ferramenta reporta um conflito, deixando a cargo de um dos desenvolvedores fazer esta escolha de forma manual, podendo impactar a produtividade no processo de desenvolvimento.

Tendo em vista a existência destes conflitos e a recorrência deles, para facilitar e agilizar o processo de criação de softwares, foram desenvolvidas ferramentas que visam diminuir ou até mesmo resolver estes conflitos, sendo as abordadas no presente trabalho, três delas: O diff3, o git-merge, que são ferramentas simples, porém amplamente utilizadas pelo mercado e o csdiff, que visa uma abordagem diferente sobre como resolver os conflitos.

O difB se trata de uma ferramenta de merge textual, ou seja, ela analisa

¹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), felipe.renan@aluno.ufca.edu.br. Projeto fomentado pela Universidade Federal do Cariri (UFCA).

² Universidade Federal do Cariri (UFCA), paola.accioly@ufca.edu.br. Projeto fomentado pela Universidade Federal do Cariri (UFCA).

o código linha por linha, de forma textual, assim como o git-merge. Já o csdiff analisa de forma separada, utilizando os separadores sintáticos de cada linguagem, podendo assim, verificar, por exemplo, mudanças em uma mesma linha, porém em lugares diferentes, o que para outras ferramentas de merge, seria sinalizado como um conflito, podendo assim, reduzir os conflitos de merge.

Os estudos realizados por Souza (2021) e Clementino, Borba e Cavalcanti (2021) obtiveram resultados interessantes com o uso da ferramenta csdiff, conseguindo assim, resolver uma parte dos conflitos que não eram resolvidos pelas ferramentas de merge textual em linguagens com separadores sintáticos bem definidos, como ";

Tendo em vista o funcionamento das ferramentas utilizadas e os estudos realizados anteriormente com linguagens com conjuntos de separadores sintáticos mais usual, foi escolhida para análise a linguagem de programação Python, por se tratar de uma linguagem amplamente utilizada e com um grande crescimento nos dias atuais e sua forma diferenciada de formatação de código, assim, iremos utilizar tal linguagem na ferramenta csdiff para verificar se é possível a diminuição de conflitos de merge em programas python utilizando seus separadores sintáticos particulares.

2 OBJETIVOS

Este estudo tem como principal objetivo, a análise de ferramentas de merge de código sobre a linguagem Python, replicando estudos semelhantes realizados por Clementino, Borba e Cavalcanti (2021) e Souza (2021) utilizando as linguagens Java, Typescript e Ruby.

Ao final, será comparado o uso da ferramenta csdiff para ferramentas de merge textual, sendo as utilizadas o diff3 e o git-merge e se a adição do final de blocos de código impacta ou não na diminuição de conflitos de merge.

3 METODOLOGIA

A princípio, a ideia era replicar o estudo realizado por Clementino, Borba e Cavalcanti (2021) e replicado por Souza (2021) utilizando a infraestrutura



usada em ambos os trabalhos chamada Mining framework, que faz o clone de repositórios git, processa-os e gera um arquivo .csv possuindo algumas informações, incluindo os merge commits que possuem conflitos de merge e os arquivos dos commits pai e base e. Porém, não foi possível adaptar o objetivo do estudo à ferramenta em questão, por se tratar de algo no escopo negativo do nosso projeto e pela impossibilidade de contato em tempo hábil com os autores da mesma, assim sendo necessário outros meios para o prosseguimento do estudo.

Com tais problemas devido a infraestrutura pensada inicialmente, como alternativa, foi utilizado um terceiro trabalho realizado por Dias (2020), no qual disponibiliza um arquivo com repositórios possuindo seus respectivos commits e um indicativo se ocorreu conflito nesses commits e para facilitar a manipulação desses commits, foi utilizada a ferramenta gráfica gitk para navegar mais facilmente na árvore de commits de cada repositório.

Estando em posse da hash do merge commit em que ocorreu conflito, dos arquivos python envolvidos no conflito, e com a ajuda do gitk, dos commits ancestrais e da base do merge commit, foi utilizado a ferramenta csdiff para analisar os três arquivos: um de cada ancestral e a base, e ao final, comparando o resultado, ou seja, se a ferramenta conseguiu resolver o conflito de merge de forma automática, como desejado, ou se seria necessário a intervenção de um desenvolvedor para elucidar a resolução do conflito.

Como é notado, a linguagem Python é escassa de separadores sintáticos, sendo difícil expandir e analisar os conflitos pela granularidade das amostras de separadores, como foi realizado nos trabalhos anteriores de Clementino, Borba e Cavalcanti (2021) e Souza (2021), logo, foi considerado como separadores o conjunto formado por ()", e um segundo conjunto que considerava como separador, além do conjunto anteriormente citado, o final de cada bloco de bloco de código, como no exemplo:

```
def testFunc(x:int, y: int):  
    if x > y:  
        print("x its greater than y")  
        $$$$$$$ Invalid character "\u24" in token  
    else: Expected expression  
        print("y its greater than x")  
        $$$$$$$ Invalid character "\u24" in token
```

Fonte: Aatoria própria.

Os marcadores, que a princípio geram erros, serão retirados pelo csdiffpor meio da ferramenta sed e o uso de expressões regulares.

A princípio, a proposta principal era comparar o resultado das baterias de testes entre ambos os cenários, verificando o impacto que a adição do final de bloco de código como separador sintático surtia melhoras na resolução automática de conflitos de merge utilizando o csdiff.

4 RESULTADOS

Realizando baterias de teste e comparando o resultado dos cenários de merge ao final da execução das três ferramentas, nota-se a dificuldade de realizar merges automáticos entre códigos python, devido a sua diferente forma de organização do código, por meio de espaços no início da linha, pode se tornar mais difícil das ferramentas detectarem e resolverem falsos conflitos de merge.

Também foi observado uma repetição de conflitos em casos em que o código apresentava funções ou métodos que possuíam mais de um argumento, gerando assim um conflito.

Dados os testes realizados, pôde-se observar, que:

Conclusão 1: O uso do primeiro conjunto de separadores é possível, chegando a benefícios similares aos alcançados nos estudos anteriores. Apesar que precisaríamos rodar a infraestrutura completa para chegarmos a uma conclusão mais definitiva, pois, como dito anteriormente, a ferramenta

facilitadora do estudo, o Mining Framework, não funcionou como esperado para repositórios python e isso fez com que não houvesse tempo hábil para contactar os autores.

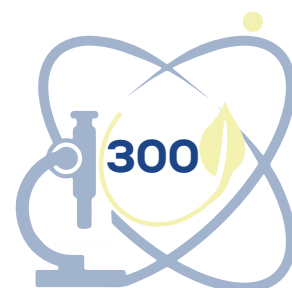
Conclusão 2: A ideia de usar o fim dos blocos como separador não parece ser boa, pois quebra o código em vários exemplos, provavelmente devido a forma que códigos python são escritos, quando a ferramenta csdiff retorna ao código original, pode-se ocorrer problemas na formatação das linhas, causando erros e não sendo possível o retorno ao script original. Análises mais profundas e uma melhor integração do script que marca os finais de código precisam ser implementadas a fim de saber se essa ideia é de fato possível de ser executada em sua plena.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração de código gera conflitos. Assim, para reduzir o esforço e aumentar a produtividade e velocidade do desenvolvimento de software foram desenvolvidas ferramentas como difB, git-merge e csdiff que buscam solucionar o empecilho gerado pelos conflitos. Estudos com estas ferramentas mostraram resultados aceitáveis em linguagens com conjuntos de separadores já bem definidos, como Java, Typescript e Ruby. Para a linguagem Python, seria necessário uma revisão do script que realiza a separação e marcação dos finais de blocos de código, pois o mesmo apresenta certos problemas relacionados a quebra do código quando realiza o retorno a sua formatação e também possui uma difícil integração com a ferramenta csdiff, que facilitaria a obtenção de resultados em uma escala maior.

AGRADECIMENTOS

Universidade Federal do Cariri pela oportunidade de contribuir para a ciência brasileira e por oferecer os recursos necessários para a realização de estudos e pesquisa.



REFERÊNCIAS

APEL, Sven *et al.* Semistructured merge: rethinking merge in revision control systems. *In: PROCEEDINGS OF THE 19TH ACM SIGSOFT SYMPOSIUM AND THE 13TH EUROPEAN CONFERENCE ON FOUNDATIONS OF SOFTWARE ENGINEERING*, [2011?], [s. l.]. **Anais [...]**. New York, NY: Association for Computing Machinery, 2011, p. 190-200. Disponível em: <https://www.se.cs.uni-saarland.de/projects/SSMerge/>. Acesso em: 23 set. 2021.

CLEMENTINO, Jônatas; BORBA, Paulo; CAVALCANTI, Guilherme. Textual merge based on language-specific syntactic separators. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE (SBES)*, 35., 2021, Joinville. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbes/article/view/18820>. Acesso em: 22 set. 2021.

DIAS, Klissiomara; BORBA, Paulo; BARRETO, Marcos. Understanding predictive factors for merge conflicts. **Information and Software Technology**, [s. l.], v. 121, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095058492030001X>. Acesso em: 10 jun. 2022.

KHANNA, Sanjeev; KUNAL, Keshav; PIERCE, Benjamin C. A formal investigation of diff3. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FOUNDATIONS OF SOFTWARE TECHNOLOGY AND THEORETICAL COMPUTER SCIENCE*, [2007?], [s. l.]. **Anais [...]**. [S. l.]: SPRINGER, 2007. p. 485-496. Disponível em: https://www.cis.upenn.edu/~sanjeev/papers/fsttcs07_diff3.pdf. Acesso em: 15 jul. 2022.

SOUZA, Heitor Sammuel Carvalho. **Extensão e análise de performance da ferramenta de merge textual CSDiff para novas linguagens**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) – Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021. Disponível em: <https://github.com/heitorado/tg-heitor-2021/blob/main/Extens%C3%A3o%20e%20an%C3%A1lise%20de%20performance%20da%20ferramenta%20de%20merge%20textual%20CSDiff%20para%20novas%20linguagens.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2022.

FLUXO DE METAIS TRAÇO ASSOCIADO AO MATERIAL PARTICULADO EM ESTUÁRIO TROPICAL

Evelyn Elias Cruz

Lyndyanne Dias Martins

Francisco José de Paula Filho

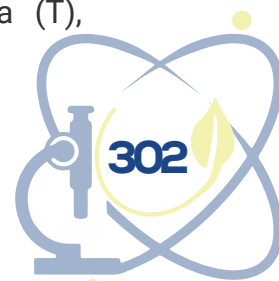
1 INTRODUÇÃO

Os sistemas estuarinos são caracterizados como zonas de interação das águas fluviais e marinhas, variando em sua extensão de área com a oscilação das marés. Os estuários estão entre os ecossistemas mais produtivos do planeta, tornando-os verdadeiros berçários para diversas espécies marinhas de fauna e flora. Além disso, estão entre os ecossistemas mais dinâmicos do gradiente terra-mar, de tal forma que seus limites variam sazonalmente ou em períodos de tempos menores, conforme a intensidade e a variabilidade das diferentes forçantes: descarga de água doce, maré, vento e circulação da região costeira adjacente (MIRANDA; CASTRO FILHO; KJERFVE, 2002).

O objetivo deste trabalho é o de determinar as concentrações dos metais traço Cd, Co, Pb, Zn e Fenó material particulado em suspensão ao longo do sistema estuarino do Delta do Parnaíba/PI, sob condições de estiagem.

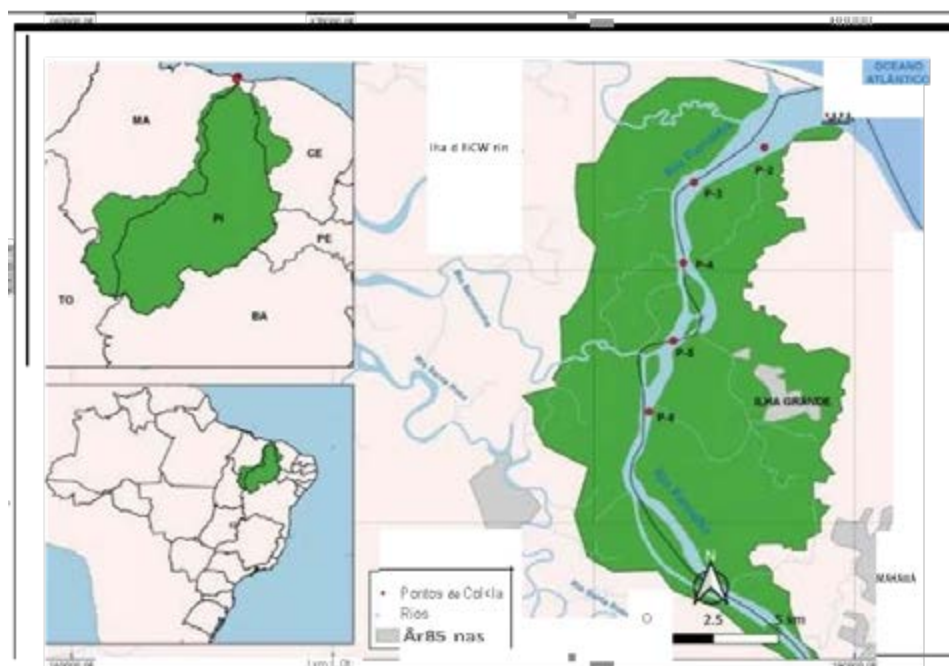
2 METODOLOGIA

Uma campanha de amostragem realizada em maré de quadratura (setembro de 2019) contemplou uma avaliação espacial (Lagrangeana) em um ciclo de maré (vazante/enchente) no estuário do rio Parnaíba/PI no delta de mesmo nome (Figura 1). A amostragem foi realizada em seis pontos distribuídos ao longo do principal canal estuarino do Delta (Figura 1). Os parâmetros pH, oxigênio dissolvido (OD), saturação de oxigênio (% O₂ D), temperatura (T),



salinidade (g/kg) e condutividade elétrica (Ec) foram determinados in situ com multisonda portátil. Em laboratório foram determinados a concentração do MPS por gravimetria e dos metais traço a ele associados, por espectrofotometria por absorção atômica de chama (AAS).

Figura 1 – Mapa de localização dos pontos de amostragem e medidas hidroquímicas realizadas no rio Parnaíba em setembro de 2019, em maré de quadratura no Delta do rio Parnaíba/PI

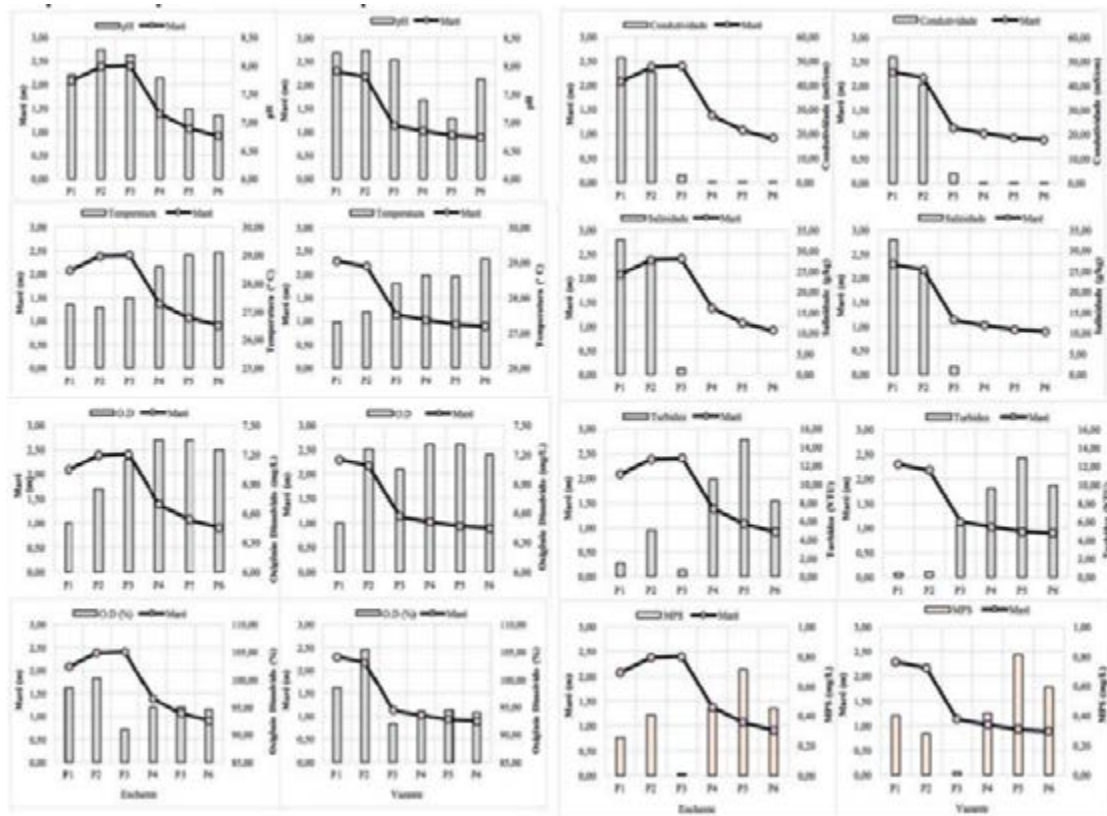


3 REFERENCIAL TEÓRICO

As atividades antrópicas instaladas nas bacias de drenagem podem afetar a sensibilidade das regiões estuarinas e costeiras, haja vista que essa característica depende das condições ecológicas e biogeoquímicas e da capacidade de suporte de cada região (PAULA FILHO *et al.*, 2015). Neste contexto, os metais são componentes naturais dos solos, águas e biota, tendo a deposição atmosférica e a denudação física e química dos solos como fontes naturais para as bacias de drenagem podendo afetar a qualidade dos ambientes costeiros (PAULA FILHO *et al.*, 2021).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A circulação de água no estuário mostrou-se controlada principalmente pelo comportamento das marés. Considerando os dados obtidos na abordagem Lagrangeana (Figura 2), a altura da coluna d'água variou de 1,07 a 2,38 m durante a maré de enchente e de 0,91 a 2,37 m na maré de vazante. A Figura 2 apresenta os resultados da concentração de material particulado em suspensão (MPS), e das variáveis hidroquímicas em maré de enchente e vazante. Os parâmetros hidroquímicos pH, OD, condutividade e salinidade, apresentaram tendência de elevação seguindo o gradiente flúvio-marinho considerando a abordagem Lagrangeana. Os valores médios de MPS variaram entre 0,01 e 0,71 mg/L para a maré de enchente e 0,02 e 0,81 mg/L na maré de vazante, apresentando valores inferiores aos reportados para estuários tropicais da costa nordeste brasileira.

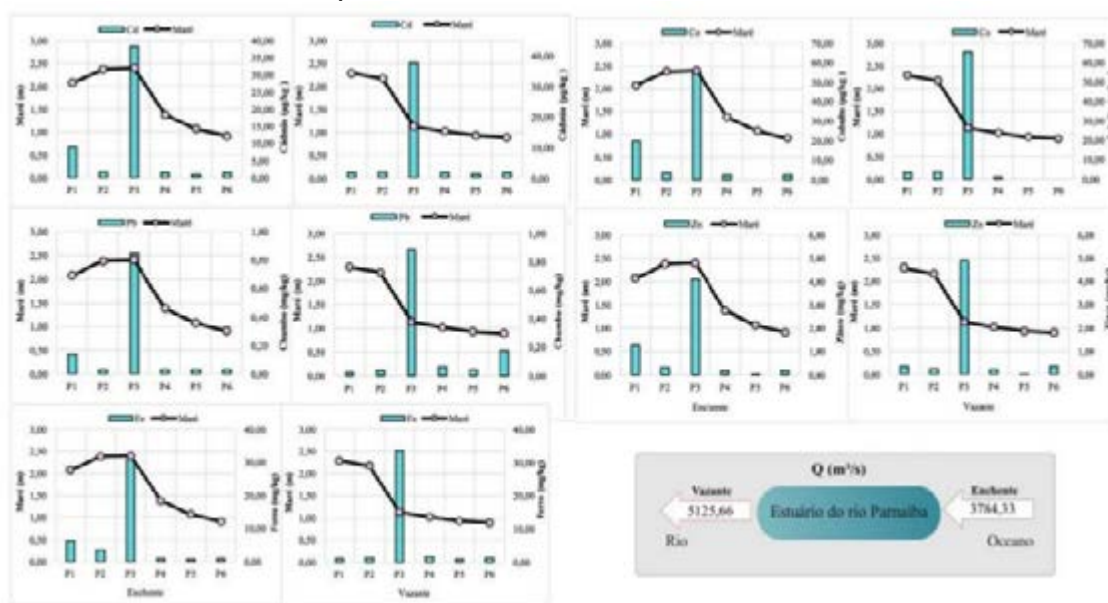


As concentrações do MPS apresentaram concentrações variando entre 0,01 e 0,71 mg/L na maré de enchente (Figura 2) e 0,02 e 0,81 mg/L na maré de vazante. Ao relacionar o valor do MPS no regime de maré, observa-se uma pequena acentuação de valor na maré de vazante. Nos pontos mais distantes

a foz houve o maior aporte de MPS. No geral, os parâmetros hidroquímicos tiveram resultados maiores na maré de enchente, com valores de pH, oxigênio dissolvido, condutividade e salinidade maiores nos pontos mais próximos a foz, por conta da presença de águas oceânicas que tem alto teor dessas variáveis, refletindo a influência marinha na área em estudo.

A Figura 3 apresenta os resultados das concentrações de metais no MPS e as vazões calculadas para o estuário do rio Parnaíba/PI. Para o cádmio as concentrações variaram de 0,90 a 38,38 µg/kg na maré de enchente, enquanto na maré de vazante variaram de 1,33 a 37,70 µg/kg. O cobalto apresentou valores entre não detectável a 55,05 µg /kg na maré de enchente (Figura 16a) e não detectável a 65,51 µg/kg na maré de vazante. Observa-se maiores concentrações de cobalto na maré de enchente. O cobalto apresentou valores entre não detectável a 55,05 µg/kg na maré de enchente e não detectável a 65,51 µg/kg na maré de vazante.

Figura 3 – Concentrações de metais traço no material particulado em suspensão em águas do rio Parnaíba, em sob condições de maré de quadratura, em setembro de 2019



Observa-se maiores concentrações de cobalto na maré de enchente. O chumbo apresentou comportamento similar considerando os diferentes fluxos de maré, variando entre 0,03 mg/kg e 0,85 mg/kg na maré de enchente e 0,03 mg/kg e 0,89 mg/kg na maré de vazante. O zinco, na maré de enchente teve

concentrações variando entre 0,05 a 4,10 mg/kg e na maré de vazante de 0,02 a 4,88 mg/kg. O ferro foi o metal que apresentou maiores valores de concentração no MPS, os quais variaram entre 0,74 e 30,89 mg/kg e 0,85 a 33,53 mg/kg, respectivamente na maré de enchente e de vazante. Os teores de MPS tiveram maior aporte na maré de vazante, por conta da entrada de massa de água que desestabiliza os sedimentos, e nos pontos mais distantes a foz. Quanto as concentrações de metais traço no estuário do rio Parnaíba, as maiores detectadas foram do ferro, seguido do zinco e chumbo. Em parte, os resultados estão relacionados a formação geológica de solos da região da área de estudo que são ricos em óxidos de ferro, capazes de adsorver outros metais, como no caso o zinco, cádmio e chumbo, sendo, portanto, sua origem caracterizada como natural. O cobalto e o cádmio foram os que tiveram menores detecções na campanha. A ocorrência da correlação negativa entre pH, condutividade e salinidade e MPS demonstra que na presença de águas oceânicas, a tendência da concentração de MPS é reduzir.

5 CONCLUSÕES

Ao avaliar as características hidrodinâmicas da região do Delta do Parnaíba, conclui-se que a altura da coluna d'água se encontra em consonância com características de meso-maré e maiores valores durante a maré de enchente que é o período em que se encontra mais água oceânica no sistema estuarino. Este conjunto de informações, tem grande relevância por serem utilizadas para a tomada de decisões pelos agentes públicos no que se refere ao gerenciamento e regulamentação das diversas atividades localizadas na bacia e em particular no Delta estuarino do Parnaíba, visando a melhoria da área, diminuindo seu impacto nos ecossistemas costeiros e assim podendo alcançar objetivos para um desenvolvimento sustentável. Os resultados dos fluxos e balanço de massas do material particulado em suspensão e metais traço se comportam de forma inferior quando comparados aos estudos similares, conferindo a bacia uma característica de ambiente natural e de baixa impacto.



AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo suporte financeiro prestado através do projeto BP4-0172-00080.01.00/20, que foi essencial para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- MIRANDA, Luiz Bruner de; CASTRO FILHO, Belmiro Mendes de; KJERFVE, Bjorn. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: Edusp, 2002.
- PAULA FILHO, Francisco José de *et al.* Assessment of heavy metals in sediments of the Parnaíba River Delta in the semi-arid coast of Brazil. **Environmental Earth Sciences**, [s. l.], v. 80, p. 1-17, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12665-021-09456-2>. Acesso em: 20 ago. 2023.
- PAULA FILHO, Francisco José de *et al.* Background values for evaluation of heavy metal contamination in sediments in the Parnaíba River Delta estuary, NE/ Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, [s. l.], v. 91, n. 2, p. 424-428, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X14005529>. Acesso em: 20 ago. 2023.

ESTIMATIVA DE CARGA DE METAIS TRAÇO ASSOCIADO AO MATERIAL PARTICULADO EM ESTUÁRIO TROPICAL

Sabrina Duarte Alencar¹

Lyndyanne Dias Martins²

Francisco José de Paula Filho³

1 INTRODUÇÃO

Entre 2012 e 2017, a região do Nordeste do Brasil registrou a mais severa e prolongada seca dos últimos 50 anos, onde as chuvas ficaram até 50% abaixo da média, contribuindo para a alteração das condições hidrogeoquímicas da região. Considerando a importância ambiental do Delta do Parnaíba na prestação de serviços ecossistêmicos como abastecimento e purificação de água, regulação do clima e proteção costeira, este estudo justifica-se na importância do entendimento do processo biogeoquímico da região, enfatizando a presença de atividades antrópicas na bacia de drenagem, sobretudo na determinação do estuário em servir como fonte ou sorvedouro para os metais traço e como a forçante marinha (maré) contribui para a remoção ou acúmulo destes no estuário do delta do rio Parnaíba, possibilitando, o monitoramento dos ambientes estuarinos e gerando contribuições para o desenvolvimento regional sustentável.

Este trabalho teve por objetivo estimar os fluxos e o balanço de metais traço (Cd, Co, Fe, Pb e Zn) no material particulado em suspensão do estuário

¹ Graduanda de Engenharia de Materiais; Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Cariri, sabrina.alencar@aluno.ufca.edu.br; Bolsista PRPI; Projeto Universal 2021.

² Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Pernambuco; dias.lyndyanne@aluno.ufca.edu.br; Mestrado em Desenvolvimento Regional Sustentável (PRODER), Crato, 2021.3.

³ Professor adjunto; Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Cariri, francisco.filho@ufca.edu.br.

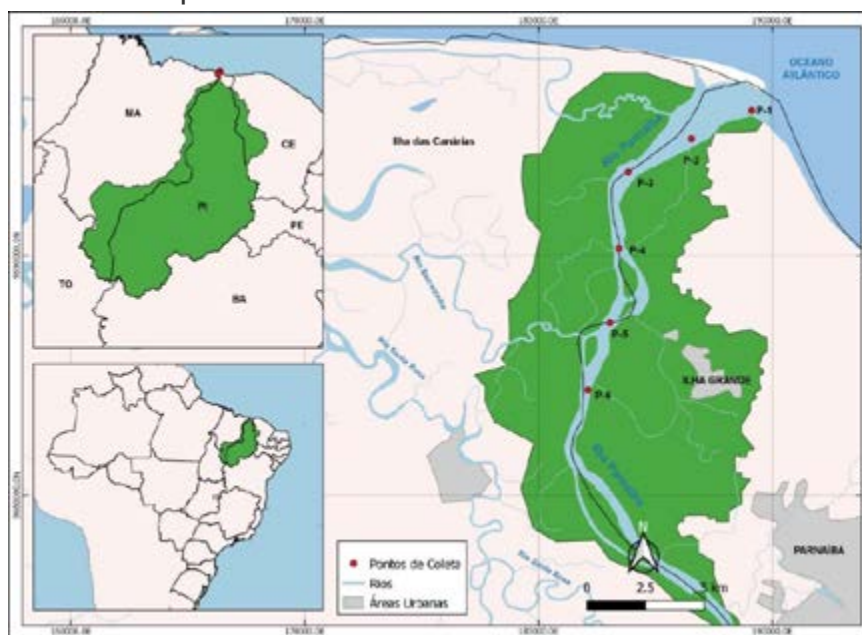


para a costa atlântica adjacente ao Delta do Parnaíba.

2 METODOLOGIA

Uma campanha de amostragem realizada em maré de quadratura (setembro de 2019) contemplou uma avaliação temporal em um ciclo de maré (vazante/enchente) no estuário do rio Parnaíba/PI no delta de mesmo nome (Figura 1). A abordagem temporal (Eureliana) foi realizada visando determinar as descargas de MPS e metais traço da bacia de drenagem para o Delta e de seu estuário para o Atlântico equatorial adjacente. Amostras de água foram obtidas de hora em hora em um ciclo de maré em pontos fixos, num período de 11 e 13 horas, respectivamente em P2 e P5. Em laboratório foram determinados a concentração do MPS por gravimetria e dos metais traço a ele associados, por espectrofotometria por absorção atômica de chama (AAS).

Figura 1 – Mapa de localização dos pontos de amostragem e medidas hidroquímicas realizadas no rio Parnaíba em setembro de 2019, em maré de quadratura no Delta do rio Parnaíba/PI



3 REFERENCIAL TEÓRICO

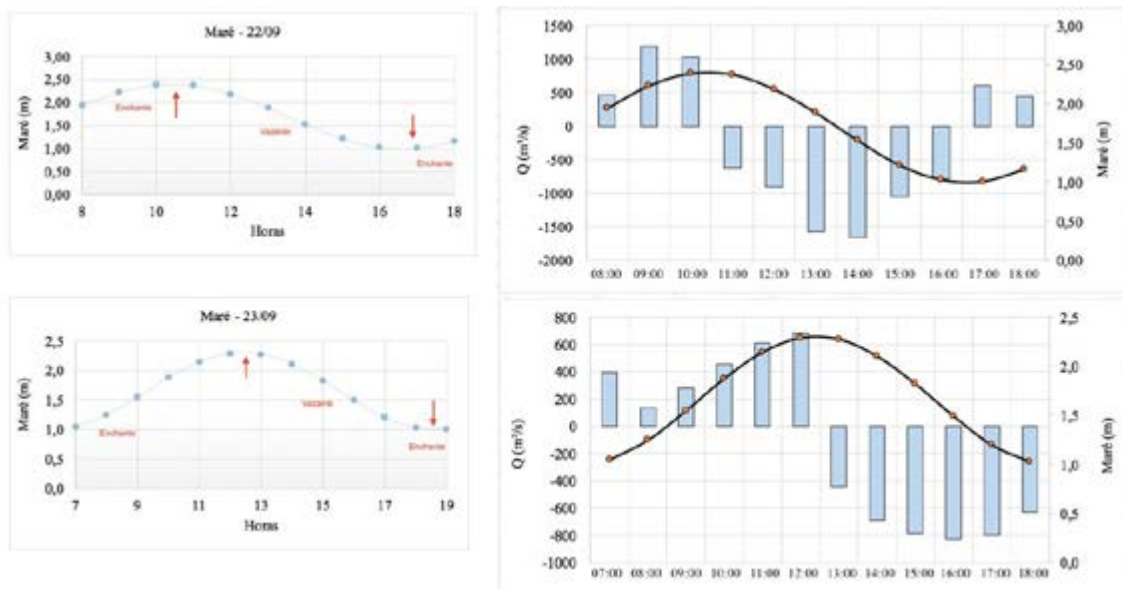
Nos estuários, sobretudo os tropicais, o fluxo e refluxo da água do mar,

acarretando a sua mistura com a água doce, são fundamentais para ocorrência de processos físicos e químicos da área, como a distribuição de minerais dentro de um sistema e a exportação e importação de enormes quantidades de matéria orgânica e inorgânica, levando assim, o ambiente a uma alta produtividade primária (PAULA FILHO *et al.*, 2015, 2021).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos dados obtidos na abordagem eurliana, a altura da coluna d'água variou de 1,16 a 2,39m na maré de enchente e 1,01 a 2,37m na maré de vazante considerando o Ponto 2 (Figura 2). No Ponto 5, a variação foi de 1,0 a 2,3m na maré de enchente e 1,0 a 2,1m na maré de vazante. No Ponto 2, as vazões variaram entre 440,96 a 1188,47 m³/s, com média 743,24 m³/s na maré de enchente e entre 440,96 a 1668,68 m³/s, com média 1102,80 na maré de vazante. No Ponto 5, as vazões variaram entre 133,22 a 679,83 m³/s, com média 428,05 m³/s na maré de enchente e entre 630,50 a 829,01 m³/s, com média 746,28 na maré de vazante.

Figura 2 – Altura de maré e descargas (Q) de água em função da maré de quadratura no nos pontos P2 e P5 do estuário do rio Parnaíba/PI



As estimativas das cargas de MPS e metais traço são apresentados na Figura 3. O Ponto 2 contribui com 114,28 ton/dia de MPS, onde 36,52 ton/dia

foram exportados, havendo uma retenção por parte do estuário de 77,76 ton/dia. Considerando a bacia de drenagem, o valor de entrada no estuário foi de 9,94 ton/dia de MPS onde foram exportados 169,99 ton/dia para o oceano adjacente, logo o estuário contribui com 160,05 ton/dia de MPS. O Ponto 2, o valor de entrada foi de 0,014 kg/dia de Cd, sendo exportados 0,003 kg/dia de Cd, resultando em uma retenção de 0,11 kg/dia pelo estuário. No ponto 5 demonstra que a bacia de drenagem contribuiu com 0,007 kg/dia, onde 0,012 kg/dia foram exportados. O balanço líquido resultante do total retido (0,003 kg/dia) e o total exportado (0,009 kg/dia) foi igual a 0,0006 kg/dia exportados do estuário para a costa Atlântica adjacente, concluindo que o estuário se comportou como exportador de cobalto. Quanto ao chumbo, o balanço de massa mostrou que no Ponto 2, o valor de entrada foi de 1,25 kg/dia e o de saída 0,12 kg/dia, ficando retidos no estuário 1,13 kg/dia. No Ponto 5 houve uma entrada de 0,07 kg/dia e saíram 1,21 kg/dia, sendo 1,14 kg/dia o valor de contribuição do estuário para o Atlântico Equatorial. O balanço líquido resultante do total retido (1,13 kg/dia) e o total exportado (1,14 kg/dia) foi igual a 0,01 kg/dia exportados do estuário para a costa Atlântica adjacente, concluindo que o estuário se comportou como exportador de chumbo.

Considerando o Zn, o balanço líquido resultante do total retido (1,46 kg/dia) e total exportado (1,33 kg/dia), conclui-se que o fluxo de saída foi menor, conferindo ao estuário a característica de retentor de zinco. Para o ferro, o balanço de massa mostrou que no Ponto 2, os valores de entrada foram de 8,10 kg/dia e desses, 2,45 kg/dia foram exportados, ficando retidos 5,65 kg/dia de ferro no estuário. A bacia de drenagem contribuiu com 4,19 kg/dia, onde 8,22 kg/dia foram exportados. Logo, observa-se que o estuário contribuiu com 4,03 kg/dia de ferro para o oceano adjacente. Considerando o balanço líquido resultante do total retido (5,65 kg/dia) e total exportado (4,03 kg/dia), conclui-se que o fluxo de saída foi menor e que o estuário se comporta como retentor de ferro.

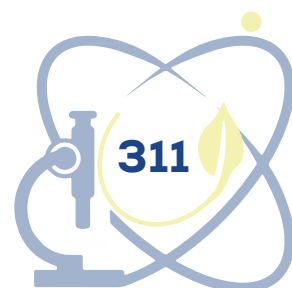


Figura 3 – Balanço de massa de MPS e metais traço no estuário do rio Parnaíba/PI



5 CONCLUSÕES

As estimativas de balanço de massa mostraram que o estuário tem a capacidade de retenção dos metais cádmio, zinco e ferro agindo como sorvedouro destes metais e age com fonte exportadora de cobalto e chumbo, mesmo que em pequenas concentrações. O Atlântico Equatorial contribui com concentrações de cobalto e chumbo, enquanto a bacia de drenagem contribui com concentrações de cádmio, zinco e ferro para o estuário do rio Parnaíba.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento

Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo suporte financeiro prestado através do projeto BP4-0172-00080.01.00/20, que foi essencial para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

PAULA FILHO, Francisco José de *et al.* Background values for evaluation of heavy metal contamination in sediments in the Parnaíba River Delta estuary, NE/Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, [s. l.], v. 91, p. 424-428, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X14005529>. Acesso em: 13 ago. 2023.

PAULA FILHO, Francisco José de *et al.* Assessment of heavy metals in sediments of the Parnaíba River Delta in the semi-arid coast of Brazil. **Environmental Earth Sciences**, [s. l.], v. 80, n. 167, p. 1-17, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12665-021-09456-2>. Acesso em: 13 ago. 2023.



ESTUDO BIBLIOMÉTRICO E BIBLIOGRÁFICO SOBRE GEOPOLÍMEROS

Beatriz Maria Nunes de Farias¹

Lívia Kelly Bezerra Gonçalves²

Ana Cândida de Almeida Prado³

1 INTRODUÇÃO

Os geopolímeros são materiais semicristalinos originados da reação de um precursor de aluminossilicatos com uma solução concentrada de silicato de sódio ou hidróxido de metal alcalino (DAVIDOVITS, 1991 *apud* PEREIRA; RAMOS; SILVA, 2020).

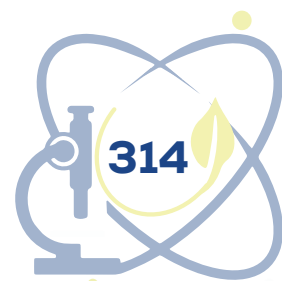
Os geopolímeros possuem alto valor tecnológico devido à sua capacidade em produzir ligantes com elevado desempenho por meio de materiais residuais, como cinza volante, escória de alto forno, escória de aciaria, metacaulim, cinzas de casca de arroz, lama vermelha, dentre outros. A conversão desses resíduos industriais em produtos úteis à sociedade tem sido muito explorada. Geopolímeros produzidos a partir de escórias têm sido reportados como um dos materiais sustentáveis de construção civil mais promissores do século XXI, com potencial utilização como concreto em substituição ao cimento Portland convencional (SONGPIRIYAKIJ *et al.*, 2010; DAVIDOVITS; HUAMAN, 2019 *apud* PEREIRA; RAMOS; SILVA, 2020).

O conceito básico para síntese de geopolímeros envolve a composição de uma rede de aluminossilicatos composta por unidades tetraédricas $[AlO_4]^{5-}$

¹ Graduanda em Engenharia de Materiais. Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal do Cariri beatriz.nunes@aluno.ufca.edu.br.

² Graduanda em Engenharia de Materiais. Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal do Cariri livia.bezerra@aluno.ufca.edu.br.

³ Doutora em Geologia Regional. Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal do Cariri ana.prado@ufca.edu.br.



e octaédricas $[\text{SiO}_4]^{4-}$ que derivam da reação entre um ativador alcalino e os precursores aluminossilicatos. Esses materiais podem ser de origem natural, como as argilas naturais, ou de origem artificial, como os resíduos industriais e seus subprodutos (ABOULAYT *et al.*, 2017; ABDULLAH *et al.*, 2011 *apud* PEREIRA; RAMOS; SILVA, 2020).

Por meio da pesquisa bibliográfica e bibliométrica acerca de geopolímero, poderá ser analisada a situação atual do tema, trazendo as principais contribuições tecnológicas para fomentar futuros trabalhos. Além disso, será analisado o potencial de publicações dos autores, países e as vertentes mais recorrentes nos últimos anos, bem como a qualidade dos estudos. Assim, há uma contribuição significativa na divulgação da ciência.

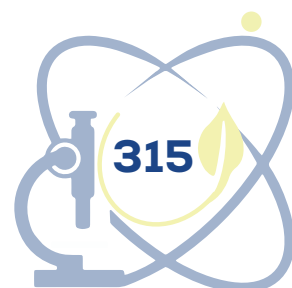
2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo efetuar uma pesquisa bibliométrica e bibliográfica sobre geopolímeros, de modo a verificar o cenário atual de pesquisa sobre o tema, considerando as publicações entre os anos de 2018 a 2022. Assim, visa-se verificar a sua relevância e como o assunto vem sendo estudado nesses últimos anos, haja vista uma das principais aplicações, que consiste no concreto geopolimérico.

2.2 Objetivos específicos

- Verificar e representar, por meio de gráficos e tabelas, a ocorrência de pesquisas e publicações a respeito do tema;
- Realizar pesquisas de artigos na base de dados *Web of Science*, visando obter dados comparativos no período informado;
- Apresentar uma discussão acerca dos assuntos mais relevantes para o tema, com base nas contribuições científicas mais relevantes.



3 METODOLOGIA

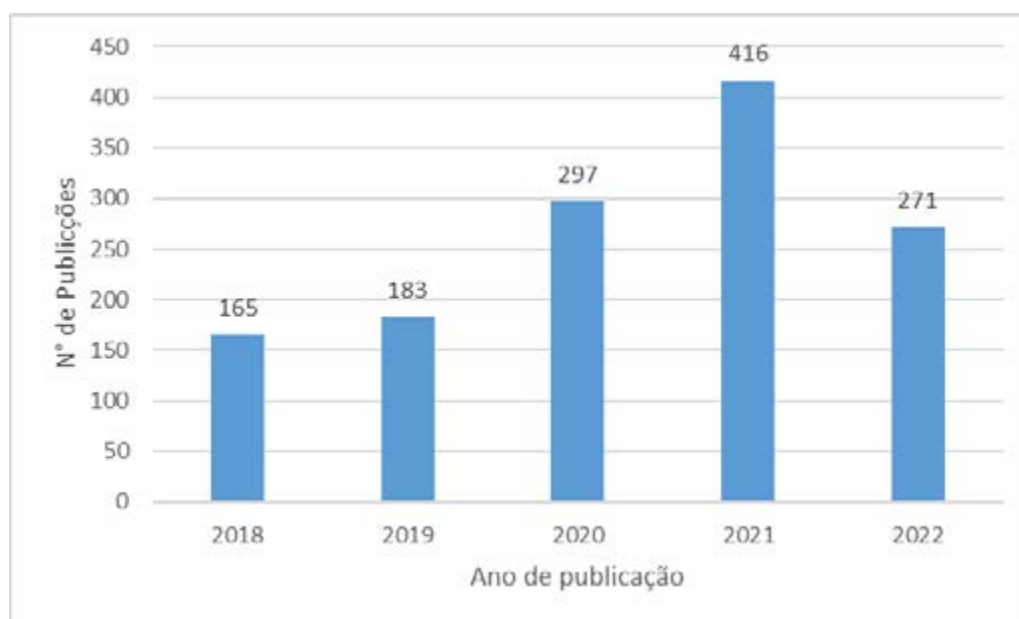
Buscou-se realizar um estudo bibliométrico e bibliográfico com indicadores de relevância para o tema de pesquisa. O estudo bibliométrico foi desenvolvido por meio de um método quantitativo dos artigos publicados entre os anos de 2018 a 2022, que trouxesse informações sobre geopolímeros. Empregou-se então o mapeamento das palavras-chave, a demonstração do número de publicações por países e as principais revistas científicas publicadas; mostrando assim uma tendência diversificada das linhas de pesquisa.

Os Artigos científicos sobre a temática foram acessados na base de dados Web of Science (Clarivate Analytics), aplicando os descritores “geopolymer” AND “geopolymer concrete”. A coleta de dados seguiu a premissa de extração de dados da base; organização dos resultados em forma de tabelas e gráficos; leitura exploratória do material selecionado; leitura seletiva; registro das informações extraídas das fontes; análise e interpretação dos resultados; discussão dos resultados, seguindo a metodologia usada por Souza (2021).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No Gráfico 1, percebe-se a evolução da distribuição anual das publicações no período em estudo. Nota-se que até 2021, o número de publicações envolvendo os descritores “geopolymer” e “geopolymer concrete” aumentou consideravelmente. Em 2021, essa marca atingiu 416 publicações. Comprovando a importância do uso dos materiais geopoliméricos nas áreas de pesquisa.

Segundo Nurrudin et al. (2018), sua importância está atrelada ao fato de que o uso do concreto aumenta rapidamente devido às necessidades de abrigo e atividades econômicas. Assim, o geopolímero se sobressai por não exigir quantidades tão elevadas de energia na produção e com isso, emite menos dióxido de carbono para o ambiente em comparação à fabricação do cimento como o Portland.

Gráfico 1 - Publicações sobre Geopolímeros

Fonte: Web of Science.

Na Tabela 1, tem-se o ranking dos países que mais se destacam na produção científica sobre geopolímeros nos últimos cinco anos. A Índia, a China e a Austrália lideram o ranking, com 398, 208 e 206 respectivamente. O Brasil ficou na 23ª posição, compreendendo cerca de 1% das publicações no período em estudo, com 17 publicações. Ficando atrás de países que tradicionalmente não são os maiores produtores de conteúdo científico. Portanto, é evidente que é preciso que mais pesquisadores brasileiros estudem sobre esse tema.

Tabela 1 - Ranking dos países que mais publicaram artigos nos últimos 5 anos

Ranking	Países/Regiões	Contagem do Registro	% de 1,332
1º	India	398	29,730
2º	Peoples R China	208	15,616
3º	Austrália	206	15,465
4º	Malaysia	93	6,982
5º	Saudi Arabia	88	6,607
6º	Usa	84	6,306
23º	Brazil	17	1,276

Fonte: Web of Science.

Conforme a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2020), o geopolímero é um cimento alternativo criado a partir da necessidade de dispor ao mercado da construção um tipo de cimento com reduzidos impactos ambientais, no entanto, segundo os autores, esse material é relativamente novo no contexto brasileiro, por isso muitas pesquisas ainda estão sendo realizadas.

Azevedo, Strecker e Lombardi (2018) complementam citando que nas últimas décadas houve um crescente aumento tecnológico relacionado com pesquisas sobre novos materiais. E que esses novos materiais devem ser produzidos com melhorias em suas aplicações e, se possível, com uma preocupação em relação ao impacto ambiental causado por eles.

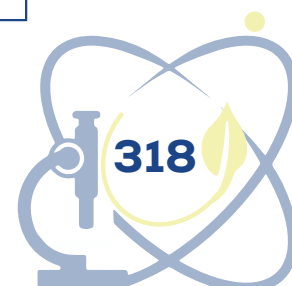
A Tabela 2 apresenta as diferentes áreas de estudo no qual o geopolímero foi publicado. Das que se destacaram, tem-se: “*Materials Science*”, com 796 registros, “*Engineering*” com 778 registros e “*Construction Building*” com 552 registros. As duas primeiras abrangem estudos mais científicos e diversos tipos de possíveis aplicações. A última área já prevê o uso deste material na construção civil.

O *Materials Science* publica artigos que relatam resultados significativos de pesquisas originais ou técnicas para estudar as relações entre estrutura, processamento, propriedades e desempenho de materiais. Entre elas: cerâmicas e polímeros (CARTER, 2022).

O “*Engineering*” fornece uma plataforma de alto nível com avanços de ponta em pesquisa e desenvolvimento de engenharia que sejam de profunda importância econômica e social, permitindo que alcancem padrões internacionais avançados e se tornem uma nova força produtiva, mudando assim o mundo, beneficiando a humanidade e criando um novo futuro (ELSEVIER, 2022).

Tabela 2 - Áreas de pesquisa

Áreas de pesquisa	Contagem do registro	% de 1,332
Materials Science	796	59,760
Engineering	778	58,408
Construction Building Technology	552	41,441
Science Technology Other Topics	132	9,910
Chemistry	126	9,459



Environmental Sciences Ecology	116	8,709
Physics	104	7,808

Fonte - Web of Science.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

São cada vez maiores as necessidades em se produzir geopolímeros com elevado desempenho e com redução dos impactos ao meio ambiente. No contexto da construção civil, com a produção de cimento Portland, que gera emissão de gases na atmosfera, faz-se necessário estudar alternativas mais sustentáveis e que apresentem alto desempenho, por isso a importância das pesquisas envolvendo os geopolímeros.

Considerando os resultados bibliométricos, a análise do comportamento das publicações científicas e da revisão tecnológica sobre os geopolímeros, percebe-se a importância do concreto geopolimérico como potencial substituto do cimento portland para a engenharia de materiais e civil, sobretudo devido à ênfase global em sustentabilidade nas questões energéticas e ambientais. Isso se deve ao fato de que a mistura de um precursor em pó com solução alcalina de hidróxidos ou silicatos é menos agressiva ao meio ambiente em comparação ao método convencional de fabricação do Portland.

Os geopolímeros podem apresentar diversas propriedades físico-químicas e uma grande variabilidade de aplicações a depender da composição e condições de cura. Em razão disso, pode-se modificar as formas de obtê-lo variando a proporção molar dos precursores e ativadores, por exemplo. Assim, consegue-se diferentes resultados de resistência à compressão, bem como propriedades estruturais para utilização no setor de construção civil e elevada durabilidade.

Desse modo, é importante que trabalhos futuros tenham como foco o conhecimento em propriedades mecânicas do material geopolimérico e busquem adequá-lo cada vez mais às aplicações estruturais. Além disso, com os resultados obtidos nesta pesquisa, foi possível averiguar que o Brasil tem menor contribuição quando se trata do número de publicações sobre o tema em relação a outros países como China, Índia e Austrália. Por isso, são requeridos maiores investimentos em aparato tecnológico e incentivo à pesquisa científica nas

universidades para que novos trabalhos sejam desenvolvidos por pesquisadores da área.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Cariri - UFCA e à Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação – PRPI pelo suporte financeiro por meio de bolsas de iniciação científica e tecnológica para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, A. G. de S.; STRECKER, K.; LOMBARDI, C. T. Produção de geopolímeros à base de metacaulim e cerâmica vermelha. **Cerâmica**, [s. l.], v. 64, n. 371, p. 388-396, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ce/a/NXBhYRkFNXVwqZsFjJMshnP/?lang=pt#>. Acesso em: 26 ago. 2022.
- CARTER, C. B. (org.). [Sem título]. **Journal of Materials Science**, [s. l.], 2022. Disponível em: <https://www.springer.com/journal/10853>. Acesso em: 26 ago. 2022.
- ELSEVIER. **Engineering magazine**. 2022. Disponível em: <https://www.journals.elsevier.com/engineering>. Acesso em: 26 ago. 2022.
- NURRUDDIN, M. F. *et al.* Methods of curing geopolymer concrete: A review. **International Journal of Advanced And Applied Sciences**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 31-36, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/321158849_Methods_of_curing_geopolymer_concrete_A_review. Acesso em: 26 ago. 2022.
- PEREIRA, A. P. dos S.; RAMOS, F. J. H. T. V.; SILVA, M. H. P. da. Caracterização estrutural de geopolímeros sustentáveis de escória de aciaria LD e escória de aciaria LF com KOH. **Matéria**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/JRkzM7tns4HKjS4CXx8S7N/?lang=pt#>. Acesso em: 18 ago. 2022.
- SOUZA, A. B. **Vitrocerâmicas bioativas- estudos bibliográficos e bibliométricos**. [2021?]. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, 2021.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Geopolímeros à base de metacaulim**: relação entre formulação, propriedades físicoquímicas e formação de eflorescência. **Ecocimentos**, 2020. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/ecocimentos/artigogeopolimero/>. Acesso em: 26 ago. 2022.



O USO DE RECURSOS EDUCACIONAIS DIGITAIS EM PERÍODO DE AFASTAMENTO SOCIAL: PODCAST

Felipe Nascimento Silva⁴

Suyany Erika Alves Juca Furtado⁵

Maria Iracema Pinho de Sousa⁶

1 INTRODUÇÃO

Este é um estudo sobre o uso de recursos educacionais em período de afastamento social. No ano de 2020 o mundo foi surpreendido por uma nova e grave doença, mudando de forma emergencial as ações inerentes à espécie humana, caracterizadas por socialização nos diversos sistemas de trocas: comerciais, afetivas, profissionais, educacionais, dentre outras, assim, a sociedade se viu forçada ao distanciamento sanitário por força da pandemia provocada pelo coronavírus, um tipo de vírus de transmissão respiratória que foi capaz de se espalhar por todo o planeta sem que houvesse vacinas capazes de imunizar a população mundial de imediato. Foi perceptível a perturbação recente que a realidade pandêmica causada pelo Covid-19 apresentou para todas as camadas da sociedade mundial, principalmente no decurso dos anos 2020/2021.

Esta situação resultou em novas formas de ouvir e ver o mundo a partir das notícias que mantiveram as pessoas atualizadas sobre o momento em que viviam, através da televisão, rádio e Internet, sobretudo por meio das redes sociais. A sociedade precisou se adaptar através do uso de meios e novas ferramentas, do desenvolvimento de novos meios comunicativos para

⁴ Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, felipe.silva@aluno.ufca.edu.br. Programa Institucional Científica e Tecnológica (PIICT).

⁵ Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, suyany.alves@aluno.ufca.edu.br. Programa Institucional Científica e Tecnológica (PIICT).

⁶ Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, iracema.pinho@aluno.ufca.edu.br. Programa Institucional Científica e Tecnológica (PIICT).



favorecimento da linguagem, novas organizações de produção e distribuição de obras audiovisuais. Muitas rotinas mudaram quando o vírus chegou ao Brasil. As pessoas sentiram necessidade de informação, entretenimento e conteúdo para crianças. Passaram a dispor apenas das próprias casas como único espaço de trabalho, estudo e lazer. Diante dessa situação os sistemas de ensino se viram obrigados a interromper seus cronogramas e pensar rapidamente meios alternativos de oferta para os serviços educacionais a todos os níveis de ensino público e privado no Brasil e no mundo, devido à recomendação da Organização Mundial de Saúde (OMS) que apresentou como medida mais eficaz para redução da transmissibilidade viral o isolamento social, posteriormente transformado em afastamento social.

Apesar da técnica comunicativa conhecida como *Podcast* ter surgido em 1996 segundo Kischinhevsky (2007) foi durante a pandemia que teve um aumento significativo em seus usuários. Considerando que surgiu a partir daí uma nova ferramenta para integralizar as instituições de ensino, objetivando informar, entreter e/ou promover discussões relacionadas as temáticas abordadas e/ou interessantes aos variados públicos.

Moreira, Henriques e Barros (2020) trazem que o professor precisa assumir novas responsabilidades em sua prática docência, partindo do lado emocional dos alunos frente a mudança educacional, ele diz que recaem sobre o professor,

[...] as funções de motivador, de criador de recursos digitais, de avaliador de aprendizagens e de dinamizador de grupos e interações online. E para ser esse dinamizador é necessário compreender as especificidades dos canais e da comunicação online, síncrona e assíncrona (MOREIRA; HENRIQUES; BARROS, 2020, p. 354).

De acordo com Alvares e Prados (2020), esse foi um dos momentos mais desafiador da história da humanidade para os docentes quanto ao processo de ensino durante o afastamento social, tendo que adotar de forma urgente a novas metodologias de ensino, logo digitais. Frente a realidade foi traçado o objetivo de divulgar junto à comunidade acadêmica em parceria com as escolas públicas de ações educativas através de *podcast* sobre temáticas com conteúdo educativo.



2 METODOLOGIA

A metodologia que foi aplicada neste projeto de pesquisa se configurou como pesquisa qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 2010) por se tratar de uma pesquisa que foi desenvolvida em programa de formação de professores, sendo o lócus de investigação o ambiente acadêmico e, consideradas as relações de coinvestigação e coaprendizagem estudantil com alunos das licenciaturas Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática e Pedagogia da Universidade Federal do Cariri – UFCA.

Dentre os procedimentos metodológicos para a criação das produções se destacaram o levantamento de referencial teórico que fundamentou o desenvolvimento da pesquisa, a manipulação de ambientes virtuais, a utilização de *softwares* de mapeamento cognitivo para produção de mapas conceituais e a produção de *Podcast* sobre assuntos variados. A orientação para realização da elaboração dos mapas conceituais, o que se operou a partir do favorecimento do estudo e organização de ideias de forma hierárquica em sequência lógica e cognitiva a partir do estudo dos textos propostos, momentos em que se pôde desenvolver novas habilidades, práticas pedagógicas colaborativas e a capacidade de análise e síntese por parte do presente estudante de iniciação científica. Os mapas conceituais produzidos e os estudos em grupo e momentos variados de orientação e vivência colaborativa juntamente com o professor orientador são usados como elementos de análise, seguindo os procedimentos da análise textual discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2006) a partir dos mapas conceituais produzidos.

Enquanto procedimento para criação do *Podcast*, inicialmente foram elaborados roteiros e marcação dos autores em cada parte falada. A série de *Podcast* narrou uma introdução aos filósofos e matemáticos na disciplina de História e Filosofia da Matemática, ministrada no 8º semestre (2021.1) do curso de Licenciatura em Matemática na Universidade Federal do Cariri (UFCA). Quanto aos equipamentos foram utilizados microfones de lapelas e um aparelho de celular para captação da voz e para edição do áudio se utilizou o aplicativo *Anchor* desenvolvido para criação e edição de *Podcast*.



3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Dentre os resultados obtidos, trazemos aqui um recorte quanto as produções de podcast, destacamos a realização de ações para construção de bases, pressupostos epistemológicos e práticos que se fundamentaram nas teorias da Complexidade e Transdisciplinaridade. Tais ações se configuraram a partir de: Leituras, Fichamentos e Elaboração de Mapas Conceituais através dos softwares *Cmap Tools* e *Xmind-8*.

Acerca dos *Podcast*, nessa pesquisa foram elaborados a partir da apropriação do referencial teórico sobre os assuntos, sintetizados através dos mapas conceituais que foram elaborados também sobre o assunto pré-definidos, na Figura 1 é apresentada uma síntese acerca do podcast como aliado na educação escolar durante o período de pandemia do Covid-19.

Figura 1 – Síntese de estudo sobre Podcast como aliado na educação escolar durante o período de pandemia do Covid-19



Fonte: Os autores (2022).

A partir de tal estudo, seguiu-se o planejamento e a produção de *podcast*. A produção foi direcionada para alunos da disciplina de História e Filosofia da Matemática no âmbito acadêmico, buscando auxiliar na aprendizagem dos discentes. Se utilizando do aplicativo *Anchor*, sendo esse de fácil manuseio, simples e intuitivo, além de possuir uma grande vantagem ao ser interligado ao *Spotify* (serviço de streaming online de origem sueca que disponibiliza

músicas – e mais recentemente podcast – de forma digital) foi desenvolvida uma proposta coinvestigativa unindo professor e estudante de licenciatura na produção de dois *podcast*. Os produtos da série foram os episódios intitulados “Matemática contada: Vieté, Descartes e Fermat”, com duração de 8min30seg, e como segundo episódio “Matemática contada: Isaac Newton e Leibniz”, com duração de 5 min45seg, ambos retratam historicamente o início da Era Moderna da Matemática, com contribuição advindas dos Matemáticos e/ou Físicos citados nos títulos de cada episódio.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das imensas mudanças implantadas nos meios de comunicação e interação impostas pela necessidade do isolamento social, o recurso de Podcast embora não seja uma novidade, se reforçou como uma das melhores plataformas para comunicar-se com estudantes frente a realidade na área da educação, sobretudo na perspectiva da educação aberta. Este trabalho por se tratar de um recorte de pesquisa realizada no decorrer de um ano, aponta para a importância da utilização da comunicação no processo de efetivação de projetos educativos no meio acadêmico com vistas à disseminação entre os vários níveis de ensino.

Concluimos este trabalho com a percepção de que em contexto pandêmico vivenciados no mundo, as pesquisas com caráter educacional precisam de muito mais sensibilidade para favorecer métodos e ações que viabilizem o uso dos Podcast, visando o encurtamento das distâncias existentes entre os que precisam vivenciar a aprendizagem, seja nas instituições formais ou mesmo de modo informal, tendo em vista que o ser humano aprende em distintas situações.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o financiamento do Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica (PIICT) na modalidade PIBIC da Universidade Federal do Cariri viabilizando realização da pesquisa.



REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, S. M.; PRADOS, R. M. N. A Emergente virtualização do ensino em 2020: considerações sobre tecnologias e inovação na educação profissional. **REDE – Revista Diálogos em Educação**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 86-97, jul./dez. 2020. Disponível em: <http://faculdadeanicuns.hospedagemdesites.ws/ojs/index.php/revistadialogosemeducao/article/view/60>. Acesso em: 2 ago. 2021.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto, 2010.
- KISCHINHEVSKY, M. **O Rádio sem onda**: convergência digital e novos desafios na radiofusão. Rio de Janeiro: E-papers, 2007. 136 p.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 12, n. 1, p. 117-128, abr. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/wvLhSxkz3JRgv3mcXHBWSXB/>. Acesso em: 20 jun. 2022.
- MOREIRA, J. A. M.; HENRIQUES, S.; BARROS, D. Transitando de um ensino remoto emergencial para uma educação digital em rede, em tempos de pandemia. **Dialogia**, São Paulo, n. 34, p. 351-364, jan./abr. 2020. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/dialogia/article/view/17123>. Acesso em: 20 jun. 2022.

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE NANOFIBRAS DE SÍLICA, OBTIDAS VIA SBS, UTILIZANDO PVP COMO POLÍMERO AUXILIAR: PARTE I

Keila da Conceição Costa⁷

Maria Geórgia da Silva Andrade⁸

Ermeson David dos Santos⁹

Edvânia Trajano Teófilo¹⁰

1 INTRODUÇÃO

Os nanomateriais são considerados quaisquer material que apresente alguma de suas dimensões em uma escala entre 1 e 100 nm (BORM *et al.*, 2006), sendo assim possuem suas propriedades alteradas e melhoradas em comparação com materiais em maior escala. As nanofibras de um determinado material se sobressaem em características específicas de possuírem elevada flexibilidade e razão de aspecto, como também características anisotrópicas, os que lhe proporcionam uma melhor atividade de alto desempenho quando comparado às fibras em grande escala. Além disso, podem ser obtidas com sucesso na maioria dos materiais poliméricos, cerâmicos e híbridos (orgânico/inorgânico) (LIU *et al.*, 2010).

As nanofibras de óxidos cerâmicos destacam-se por apresentarem boa estabilidade química e térmica, o que lhes permitem aplicações diversas em ambientes quimicamente agressivos e em variada faixa de temperatura, geralmente aplicadas como membranas de filtração, tecidos de engenharia, dispositivo óptico e magnético, sensores, biossensores e dispositivos aplicados nas áreas médicas, células solares e adsorventes. Dentre as nanofibras

⁷ Universidade Federal do Cariri, keila.costa@aluno.ufca.edu.br.

⁸ Universidade Federal do Cariri, georgia.andrade@aluno.ufca.edu.br.

⁹ Universidade Federal do Cariri, ermdavids@gmail.com.

¹⁰ Universidade Federal do Cariri, edvania.teofilo@ufca.edu.br.



cerâmicas, a de sílica, além de possuírem elevada área superficial, tem atraído atenção considerável devido a sua utilização em sistema de adsorção devido à presença de grupos (OH) na superfície que agem como sítios ativos (CARVALHO; LIMA; SOARES, 2015).

A técnica *Solution blow spinning* (SBS) desenvolvida por Medeiros *et al.* (2009) e utilizada por Farias *et al.* (2015) para obter nanofibras de sílica/carbono, é uma alternativa bastante promissora para a produção de nanofibras poliméricas e cerâmicas por ser de baixo custo, fácil manipulação, além de consumir menos energia quando comparo a eletrofiação, técnica esta, que por sua vez, possui baixa taxa de produção, tornando-a inviável para produção em larga escala (MEDEIROS *et al.*, 2009). Enquanto na SBS utiliza forças aerodinâmicas, em que a força motriz do processo é gerada por um gás pressurizado, a eletrofiação faz uso de forças elétricas para a produção de nanofibras.

O polivinilpirrolidona (PVP) é um polímero de fórmula molecular $(CH_2NO)_n$, que possui baixa toxicidade química e é solúvel na maioria dos solventes polares, sendo a água e o álcool etílico os solventes mais utilizados em soluções para eletrofiação (CHUANGCHOTE; SAGAWA; YOSHIKAWA, 2009). A sílica é um material bastante abundante na natureza, de baixo custo podendo estar na fase amorfa ou cristalina. A sílica sintética possui um elevado grau de pureza, o que favorece sua utilização em aplicações de alta tecnologia, por ser de fácil sinterização e melhor controle de tamanho de partículas.

A solução para obtenção das nanofibras cerâmicas é constituída geralmente por um polímero, solvente, precursores cerâmicos e, em alguns casos, estabilizantes e catalisadores (FARIAS, 2018). Na fase final do material cerâmico não há a presença do polímero, mas, no entanto, este é bastante importante para ajuste de viscosidade da solução, uma vez que isto depende, essencialmente, do entrelaçamento de suas cadeias (DARISTOTLE *et al.*, 2016). Diante disso, a primeira etapa para obtenção das nanofibras cerâmicas é a fiação através de uma técnica adequada, no estudo em questão a de SBS, seguida de um tratamento térmico correto para retirada do polímero e obtenção da fase cerâmica desejada. As dimensões e propriedades das fibras são dependentes do controle eficiente das técnicas, parâmetros de fiação (como pressão do gás e taxas de injeção), polímero utilizado e precursor cerâmico desejado, tornando-as adequadas para determinadas aplicações específicas.



Diante do exposto, o presente estudo objetivou fazer uso da simples e eficiente técnica SBS para produzir nanofibras de sílica, testando nessa primeira etapa diferentes concentrações de solução com o polímero polivinilpirrolidona (PVP), com a pretensão de analisar se com os parâmetros utilizados seria possível as obter nanofibras desejadas, e então submetê-las, em etapa posterior, a um tratamento térmico adequado e demais análises, de modo a contribuir com o setor nanotecnológico na região do Cariri cearense.

2 METODOLOGIA

2.1 Materiais

Como polímero auxiliar de fiação foi utilizado o PVP com massa molar média igual a $360.000 \text{ g.mol}^{-1}$ e o tetraetilortosilicato (TEOS) como precursor cerâmico. O TEOS se converte facilmente em dióxido de silício quando na presença de álcool, e vem sendo utilizado como uma das principais fontes de sílica. O ácido acético também foi utilizado e age como catalisador ácido para promover a hidrólise do TEOS. Já o etanol foi escolhido por ser um bom solvente para o PVP. O equipamento para a técnica foi adaptado, sendo posto uma fonte de aquecimento na distância de trabalho e no coletor (Figura 1).

2.2 Preparo das soluções de fiação e parâmetros da técnica SBS

Duas soluções foram preparadas da mesma maneira, mas com diferentes concentrações de PVP, sendo uma a 10% e outra a 8% (m/v). A relação mássica do TEOS e da solução polimérica é de aproximadamente 1:10 (m:m).

Solução (I) – Em um pote fechado, 0,8 g de PVP foi dissolvido em 5ml de etanol sob agitação constante por 60 min e a temperatura ambiente. Simultaneamente, 1 ml de TEOS (~940 mg) e 1ml de ácido acético foram adicionados a 3 ml de etanol em outro pote, e permaneceram sob agitação constante por cerca de 60 min a temperatura ambiente. Posteriormente, ambas as soluções foram misturadas e mantidas sob agitação magnética por cerca de 60 min e, então, a solução final submetida ao processo de fiação.

Solução (II) – Em um pote fechado, 1 g de PVP foi dissolvido em 6 ml de etanol sob agitação constante por 60 min e a temperatura do ambiente e

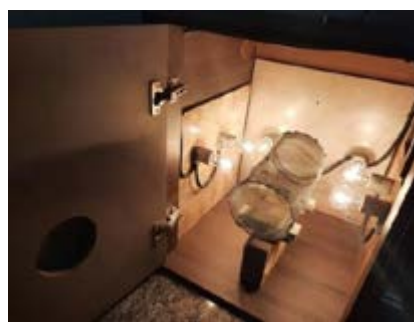
simultaneamente, em outro recipiente, 1 ml de TEOS (~940 mg) e 1ml de ácido acético foram adicionados a 2 ml de etanol e mantidos sob agitação constante por cerca de 60 min também a temperatura ambiente. Seguidamente, tais soluções foram misturadas e agitadas magneticamente por 60 min e a solução resultante submetida ao processo de fiação.

Os parâmetros de fiação utilizados foram: taxa de ejeção de 5,0 mL h⁻¹; pressão de 25 psi; distância de trabalho de 30 cm e distância de protusão de 1,5 cm. Após coletadas, as fibras verdes foram submetidas à análise no microscópio eletrônico de varredura e os diâmetros das fibras foram medidos a partir de 100 pontos, utilizando o ImageJ, um software da National Institutes of Health, USA.

Figura 1 – (a) Equipamento adaptado com fonte de calor para a técnica *Solution Blow Spinning*- SBS e (b) Caixa coletora aquecida



a)



b)

Fonte: Laboratório de nanomateriais, UFCA (2022).

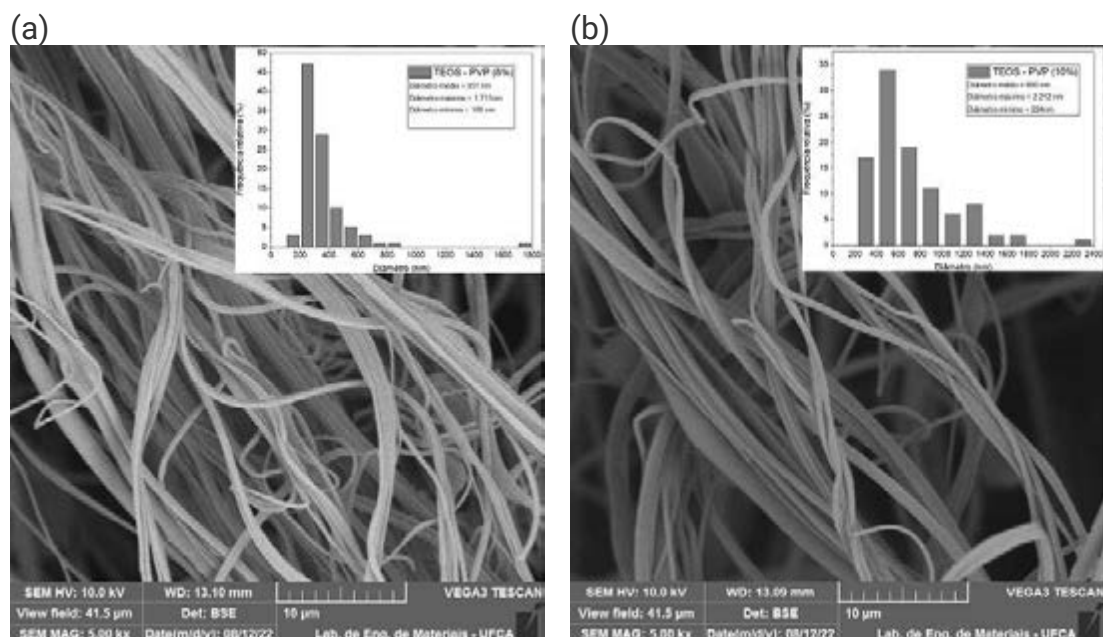
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da técnica SBS, as fibras verdes (sem tratamento térmico) de PVP/etanol/TEOS foram produzidas com sucesso no laboratório nas duas concentrações de PVP avaliadas. Durante a preparação das soluções, a primeira com concentração de 8%, teve mais rápida solubilização no solvente do que a segunda solução contendo 10%, devido menor viscosidade apresentada, visto que em uma maior concentração há mais entrelaçamento das cadeias poliméricas. Observou-se que durante o processo de fiação, a solução contendo 10% apresentou maior resistência ao estiramento, o que pode ser devido ao maior entrelaçamento de cadeias, criando pequenas concentrações de polímero na ponta do bico da matriz, o que pode ter influenciado na morfologia das fibras obtidas. O rendimento coletado das fibras com 1 g de PVP foi superior ao de 0,8

g e ambas apresentaram um aspecto seco, com elevada evaporação do solvente, o que é essencial no processo.

A Figura 2(a) ilustra a morfologia das nanofibras verdes obtidas contendo 8% e o gráfico de distribuição dos diâmetros. Pode-se observar a formação de fibras homogêneas, e finas com diâmetro médio de 351 nm, máximo e mínimo de aproximadamente, 1711 nm e 168 nm, respectivamente. Apresentam-se de forma aglomerada, alongada e contínua sem formação de *beads*, sugerindo que essa concentração da solução PVP/etanol/TEOS é apropriada para os parâmetros utilizados durante a fiação pela técnica SBS, apontando que a viscosidade foi adequada. Fatos esses concordantes com a eficiência da técnica, com jatos contínuos e sem entupimento do bico. Com relação às amostras da Figura 2(b), exibe as imagens microscópicas das fibras obtidas com 10% de PVP e o gráfico de distribuição dos diâmetros. Observa-se que tais fibras também estão aglomeradas, contínuas e sem formação de *beads*, apresentam larga distribuição de diâmetros com média de 695 nm, mínimo de 224 nm e máximo de 2212 nm. No entanto, durante o processo ocorreram entupimentos momentâneos no bico da matriz, o que acarretou em um estiramento ineficiente da solução com aglomerados de polímero sendo soprado em direção ao coletor.

Figura 2 – Micrografias das fibras de PVP/etanol/TEOS e o gráfico da distribuição dos diâmetros (a) 8% 5000X e (b) 10% 5000X



Fonte: Elaborado pelos autores.

4 CONCLUSÃO

As fibras sintetizadas a partir das soluções preparadas, apresentaram viscosidade adequada para o processo de fiação via SBS, corroborando o PVP como um eficiente polímero auxiliar de fiação. A fonte de calor acoplada ao sistema foi a necessária para total evaporação do solvente e consequente formação das desejadas fibras secas. A solução com concentração de 8% de PVP se mostrou mais adequada aos parâmetros utilizados, por não dificultar o estiramento da solução, quando comparado à solução com 10%, formando fibras mais homogêneas e finas sem a presença de *beads*.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UFCA pelas bolsas concedidas para a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

BATTOOL, S. S. *et al.* Enhanced adsorptive removal of toxic dyes using SiO₂ nanofibers. **Solid State Sciences**, [s. l.], v. 55, p. 13-20, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1293255816300139>. Acesso em: 18 ago. 2023.

BORM, P. J. A. *et al.* The potential risks of nanomaterials: a review carried out for ECETOC. **Particle and fibre toxicology**, [s. l.], v. 3, n. 11, p. 1-35, 2006. Disponível em: <https://particleandfibretoxicology.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-8977-3-11>. Acesso em: 18 ago. 2023.

CARVALHO, N. B.; LIMA, A. S.; SOARES, C. M. F. Uso de sílicas modificadas para imobilização de lípases. **Química Nova**, [s. l.], v. 38, n. 3, p. 399-409, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/j9sZwCkVtBty7VXjCZ87Tdh/>. Acesso em: 18 ago. 2023.

CHUANGCHOTE, S.; SAGAWA, T.; YOSHIKAWA, S. Electrospinning of poly(vinyl pyrrolidone): Effects of solvents on electrospinnability for the fabrication of poly(p-phenylene vinylene) and TiO₂ nanofibers. **Journal of Applied Polymer Science**, [s. l.], v. 114, n. 5, p. 2777-2791, June 2009. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/app.30637>. Acesso em: 18 ago. 2023.

DARISTOTLE, J. L. *et al.* A Review of the fundamental principles and applications of solution blow spinning. **ACS Applied Materials & Interfaces**, [s. l.], v. 8, n. 51, p. 34951-34963, Oct. 2016. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsami.6b12994>. Acesso em: 18 ago. 2023.

FARIAS, R. M. C. **Desenvolvimento de sistemas adsorptivos de nanofibras de sílica/carbono-n pela técnica de Solution Blow Spinning**. 2018. 136 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Programa de



Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2018. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/19321>. Acesso em: 18 ago. 2023.

FARIAS, R. M. C. *et al.* Production of submicrometric fibers of mullite by solution blow spinning (SBS). **Materials Letters**, [s. l.], v. 149, p. 47-49, June 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167577X15003195#:~:text=Submicrometric%20mullite%20fibers%20were%20produced%2C%20for%20the%20first,%29%20after%20firing%20at%201000%20%C2%B0C%20were%20obtained>. Acesso em: 18 ago. 2023.

Jl, G. *et al.* Preparation of amidoxime functionalized SBA-15 with platelet shape and adsorption property of U(VI). **Separation and Purification Technology**, [s. l.], v. 174, p. 455-465, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383586616309121>. Acesso em: 18 ago. 2023.

LIU, M. *et al.* Effects of strontium silicate on structure and magnetic properties of electrospun strontium ferrite nanofibers. **Journal Sol-Gel Science Technology**, [s. l.], v. 56, p. 39-46, 2010. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10971-010-2270-1>. Acesso em: 18 ago. 2023.

MEDEIROS, E. S. *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, n. 4, p. 2322-2330, 2009. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/app.30275>. Acesso em: 18 ago. 2023.



CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMIA DOS SOLOS DA BACIA DO CASTANHÃO NO MÉDIO JAGUARIBE/CE

Brena Lins Gomes¹¹

Danilo Sampaio Abreu¹²

Francisco José de Paula Filho¹³

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho almeja realizar a caracterização geoquímica de amostras de sedimentos da bacia do Castanhão no médio Jaguaribe/CE, fazendo-se uso das técnicas laboratoriais de Determinação de Matéria Orgânica e Espectroscopia de Absorção Atômica de Chama (FAAS), com objetivo de apresentar a composição dos sedimentos com base nas concentrações de metais Cr, Mn, Co, Zn, Cu, Pb e Cd, a fim de se avaliar a qualidade do solo com base em limites de prevenção pré-estabelecidos.

O açude Castanhão cobre uma área inundada de 325 km², armazenando cerca de 6,7 bilhões de m³ de água (Figura 1). O reservatório tem 48 km de extensão e profundidade máxima de 60m. A área inundada é constituída predominantemente por rochas cristalinas e geralmente solos rasos com floresta xerofítica (Caatinga) como a vegetação natural dominante (PAULA FILHO *et al.*, 2019). A água armazenada no reservatório do Castanhão abastece 3,0 milhões de habitantes em todo o Estado do Ceará, sendo a principal reserva de água que garante o abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza.

¹¹ Universidade Federal do Cariri, brena.lins@aluno.ufca.edu.br.

¹² Universidade Federal do Ceará, danielosampaio@alu.ufc.br.

¹³ Universidade Federal do Cariri, francisco.filho@ufca.edu.br.

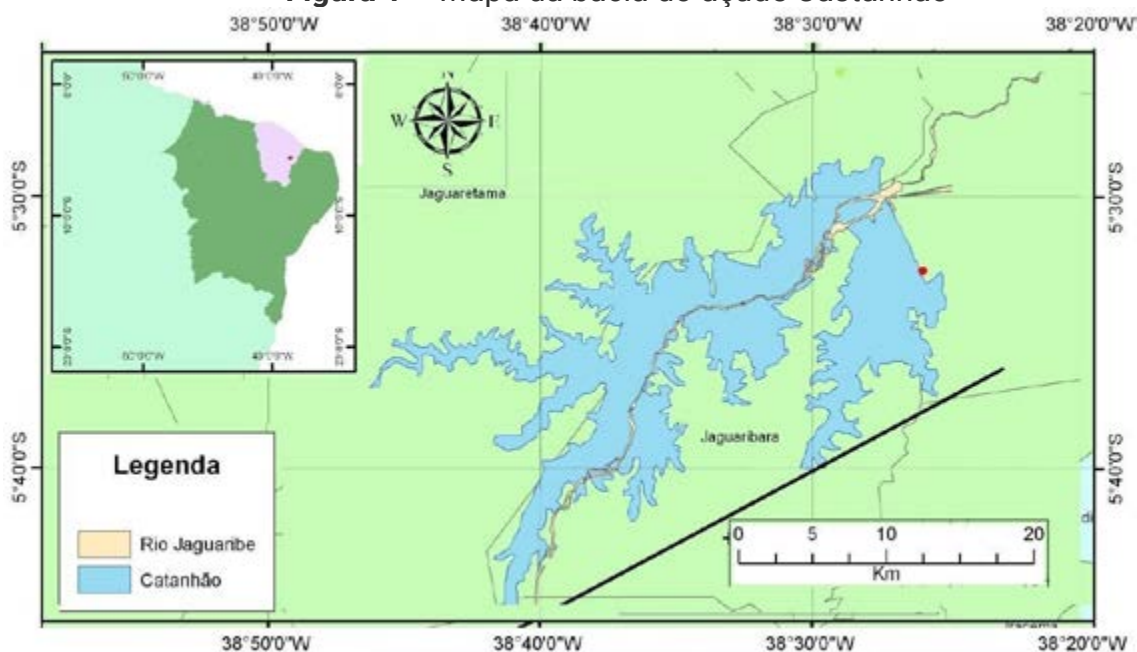


2 METODOLOGIA

2.1 Coleta e preparação das amostras

A coleta do solo foi realizada nos dias 7, 8 e 9 de dezembro de 2021, retirando as amostras superficiais (0 – 20 cm) em 10 pontos distintos distribuídos na área de estudo, e acondicionando em recipientes plásticos lacrados, devidamente etiquetados. Em seguida, os sedimentos passaram por um prévio processo de secagem em estufa a 80°C.

Figura 1 – Mapa da bacia do açude Castanhão



Fonte: Elaborado pelos autores.

2.2 Matéria orgânica

A determinação da matéria orgânica foi realizada através do método gravimétrico. Uma amostra de 1,0000g de solo em cadinho de porcelana foi seca em estufa a 100°C por 24h. Posteriormente, as amostras seguiram para a mufla a 500°C por 4h, para queima da matéria orgânica e em seguida levadas para esfriar em dessecador. Por fim, os cadinhos foram novamente pesados, sendo a diferença do peso encontrada em comparação à primeira pesagem a quantidade de matéria orgânica calcinada.

2.3 Espectroscopia de absorção atômica de chamas

A determinação dos metais foi realizada no Laboratório de Química Analítica da Universidade Federal do Cariri. A extração dos metais foi realizada a partir de 2,0000g de solo. As amostras foram pesadas em duplicada em Erlenmeyer. Para cada amostra foram adicionados 25,0 ml da solução de água régia (3HCl.HNO_3), seguido de aquecimento em banho maria a 80°C durante 2h, e após isto, as soluções foram armazenadas em tubos Falcon e centrifugadas por 10 minutos a 3600rpm.

A quantificação dos metais cromo (Cr), manganês (Mn), cobalto (Co), zinco (Zn), cobre (Cu), chumbo (Pb) e cádmio (Cd) foi realizada através de Espectrofotometria de Absorção Atômica de Chama, Varian, modelo SpectraA 50B. Para análise de cada metal foram construídas curvas padrão por meio de soluções padrão com concentrações conhecidas, com o objetivo de se calcular os valores de concentração presentes em cada ponto coletado.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os contaminantes inorgânicos de interesse ambiental que ocorrem naturalmente em solos são genericamente conhecidos por metais pesados (PAYE *et al.*, 2010). Esses metais podem se diferir em essenciais e não essenciais, entretanto, ambos podem ser tóxicos quando presentes acima de certas concentrações limiar, conforme Ferreira, Horta e Cunha (2010). Posto isso, é importante que se tenha o valor dessa concentração, visto que a região apresenta como uma de suas funções, o abastecimento de água para 3,0 milhões de habitantes em todo o Estado do Ceará.

A quantificação de substâncias químicas presentes no solo deve ser efetuada com base nos Valores Orientadores de Referência de Qualidade, de Prevenção e de Investigação, para se avaliar a qualidade do solo (CONAMA, 2009). Ainda segundo a Resolução CONAMA nº 420/2009, o valor de Prevenção (VP) é definido como o valor limite de concentração de determinada substância no solo, tal que ele tenha capacidade de sustentar as suas principais funções.

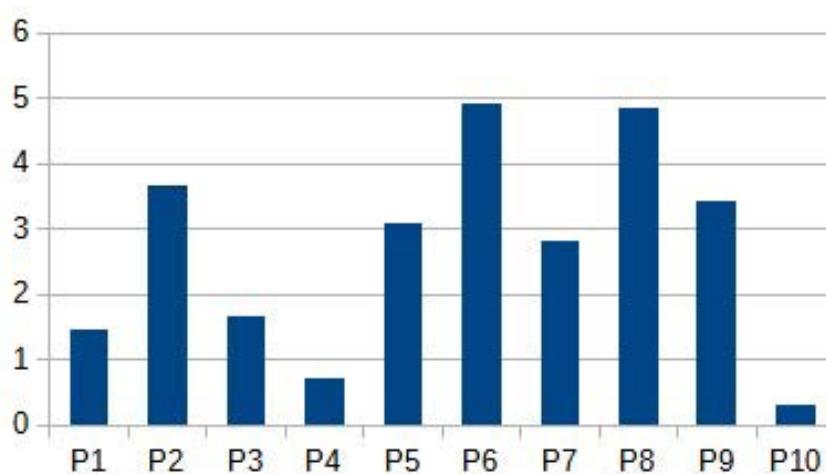


4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Matéria orgânica

As concentrações de matéria orgânica no solo da bacia do Castanhão, determinados por perda ao fogo, são apresentadas através do Gráfico 1. A faixa de concentração variou entre 0,31- 4,92%, com uma média de $2,69 \pm 1,62\%$.

Gráfico 1 – Concentrações de matéria orgânica das amostras superficiais



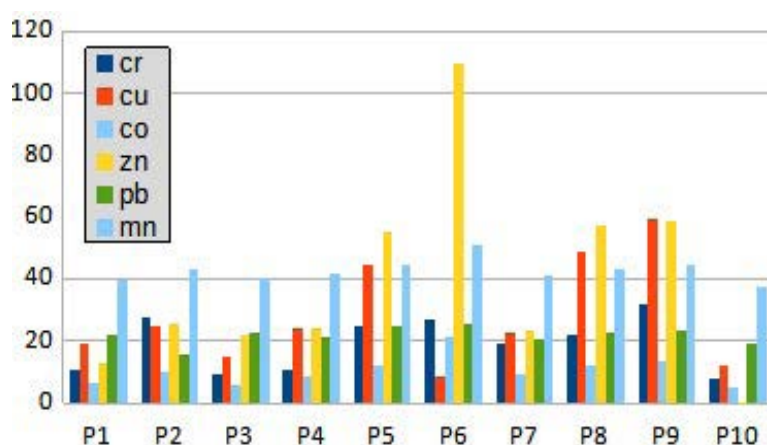
Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2 Concentração de metais nos solos

O Gráfico 2, apresenta as concentrações dos metais Cr, Cu, Co, Zn, Pb e Mn em dez sítios de amostragem no açude Castanhão. O Cr apresentou concentração na faixa de 7-32 mg.kg^{-1} , com média $18,99 \pm 8,93 \text{ mg.kg}^{-1}$, tendo suas maiores concentrações nos pontos P2, P6 e P9. Para o Mn, as maiores concentrações foram observadas em torno dos pontos P5, P6, P8 e P9, apresentando concentração na faixa de 37- 50 mg.kg^{-1} , com média $42,61 \pm 3,70 \text{ mg.kg}^{-1}$. O Co apresenta faixa de concentração variou entre 4 – 21 mg.kg^{-1} , com média $10,42 \pm 4,89 \text{ mg.kg}^{-1}$, com sua maior concentração observada em torno do ponto P6. Em relação ao Zn, não foi identificada presença do elemento no ponto P10, e sua maior concentração foi encontrada no ponto P6, no geral ficando na faixa 0 – 109 mg.kg^{-1} , com média de $38,81 \pm 31,76 \text{ mg.kg}^{-1}$.

Para o Pb, as maiores concentrações foram observadas em torno dos pontos P5, P6 e P9, variando entre 15 – 25 mg.kg⁻¹, com média de 21,78 ± 2,83 mg.kg⁻¹. O Cu apresentou concentração na faixa de 8 – 59 mg.kg⁻¹, com média de 27,78 ± 17,01 mg.kg⁻¹, com sua maior quantidade encontrada em torno dos pontos P5, P8 e P9. Da mesma maneira, apesar de não estar incluído no gráfico devido às suas baixas concentrações, o Cd obteve uma faixa de 0,09 – 0,16 mg.Kg⁻¹, com média de 0,11 ± 0,02 mg.kg⁻¹, sendo o maior valor observado no ponto P6.

Gráfico 2 – Resultados das análises de FAAS das amostras superficiais



Fonte: Elaborado pelos autores.

A Tabela 1 apresenta os valores médios de concentração para cada metal a partir da Espectroscopia de Absorção Atômica de Chamas, juntamente com os Valores Orientadores gerados pela CONAMA 420. Dessa forma, foi possível observar que todas as amostras apresentaram valores inferiores aos de Prevenção. A faixa de concentração variou entre 0,31- 4,92%, com uma média de 2,69 ± 1,62%.

Tabela 1 – Concentração média de metais nos solos da bacia do Castanhão no médio Jaguaribe/CE em comparação com os Valores de Referência (CONAMA 420/09)

Metais	Concentração (mg.kg ⁻¹)	Valores de Prevenção ^a (mg.kg ⁻¹)
Cr	18,99 ± 8,93	75
Mn	42,61 ± 3,70	-

Cu	27,78 ± 17,01	60
Co	10,42 ± 4,89	25
Zn	38,81 ± 31,76	300
Cd	0,11 ± 0,02	1,3
Pb	21,78 ± 2,83	72

Fonte: CONAMA (2009).

5 CONCLUSÃO

Esse estudo representa uma pesquisa pioneira na região, visto que possui como objetivo quantificar a contaminação do solo da bacia do Castanhão no médio Jaguaribe/CE, a partir de uma caracterização geoquímica dos sedimentos. Os solos apresentaram uma porcentagem de matéria orgânica situada no intervalo de 0,31% a 4,92%, com um valor médio observado de $2,69 \pm 1,62\%$. Os intervalos de concentração de Cr, Cu, Co, Cd, Zn e Pb de todos os pontos de coleta podem ser considerados como concentrações em condições naturais, visto que possuem como média valores abaixo do limite de prevenção gerados pela CONAMA (2009) que sugere faixas de concentrações que variam entre 60-200 mg Cu. kg⁻¹, 30-70 mg Ni. kg⁻¹, 1,3-8 mg Cd.kg⁻¹, 72-180 mg Pb.kg⁻¹, 300-450 mg Zn. kg⁻¹, 75-150 mg Cr. kg⁻¹. O metal Mn mg.kg⁻¹ não é listado por (CONAMA, 2009). Ademais, pode-se apresentar como limitação no trabalho o fato de somente se avaliar a concentração de um analito por vez no equipamento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo suporte financeiro prestado através do projeto BP4-0172-00080.01.00/20, que foi essencial para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009**. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Ministério do Meio Ambiente: Brasília, 2009.

FERREIRA, A. P; HORTA, M. A. P; CUNHA, C. L. N. Avaliação das concentrações de metais pesados no sedimento, na água e nos órgãos de *Nycticorax nycticorax* (Garça-da-noite) na Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada – Journal of Integrated Coastal Zone**, Lisboa, Portugal, v. 10, n. 2, p. 229-241, 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3883/388340129005.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2023.

KRUG, F. J.; NÓBREGA, J. A.; OLIVEIRA, P. V. **Espectrometria de Absorção Atômica**: parte 1. fundamentos e atomização com chama. 2004. 40 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

PAYE, H. S. *et al.* Valores de referência de qualidade para metais pesados em solos no Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s. l.], v. 34, p. 2041-2051, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/Y8px6z8zTswycwNZ6d6bczx/#:~:text=Os%20valores%20obtidos%20por%20esses,do%20Estado%20do%20Esp%C3%ADrito%20Santo>. Acesso em: 18 ago. 2023.

PAULA FILHO, F. J. de *et al.* Land uses, Nitrogen and Phosphorus estimated fluxes in a Brazilian semi-arid watershed. **Journal of Arid Environments**, [s. l.], v. 163, p. 41-49, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140196318302386>. Acesso em: 18 ago. 2023.

WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica**. Thomson: São Paulo, 2006.



DESEMPENHO GERMINATIVO DE SEMENTES DE DIFERENTES ACESSOS DE *PHASEOLUS LUNATUS* L. SUBMETIDAS À BAIXA TEMPERATURA

Kelli Cristina Cunha de França¹⁴

Rafael Luís de Oliveira¹⁵

João Paulo Amorin dos Santos¹⁶

1 INTRODUÇÃO

A fava ou feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.), é uma espécie subtropical que foi domesticada na América do Sul e/ou Central. É a segunda espécie mais importante do gênero *Phaseolus* e uma das cinco desse gênero com maior potencial de fornecimento de proteína vegetal, sendo também exploradas comercialmente em todo o mundo (SILVA, 2019).

Uma das formas de garantir esta produção agrícola mundial é fazendo uso de sementes com elevado vigor, sendo necessário a utilização de testes para discriminar lotes de sementes com relação a qualidade fisiológica. Dentre estes testes de vigor, a avaliação da germinação sob baixas temperaturas é considerado de grande importância (BARROS *et al.*, 1999). Pois este tem como princípio básico a exposição das sementes a fatores adversos como a temperatura baixa sob as etapas iniciais do desenvolvimento de uma planta (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Nestas condições as chances de sobrevivência das sementes menos vigorosas são mitigadas, uma vez que, as adversidades impostas pelo frio favorecem a redução da velocidade de germinação (BARROS *et al.*, 1999).

Esta redução na velocidade de germinação acontece principalmente nas sementes menos vigorosas que germinam mais lentamente sob temperaturas subótimas, ou seja, estas condições, particularmente no início da embebição,

¹⁴ Universidade Federal do Cariri, kelli.cristina@aluno.ufca.edu.br.

¹⁵ Universidade Federal do Cariri, rafael.oliveira@aluno.ufca.edu.br.

¹⁶ Universidade Federal do Cariri, jpegdossantos@gmail.com.



acabam causando efeitos deletérios ao processo da germinação e ao desenvolvimento das plântulas (DIAS; ALVARENGA, 1999).

É importante ressaltar que os testes de vigor são indicados para estudos com sementes de grandes culturas, correspondendo uma forma de diferenciar matrizes mais vigorosas, porém ainda são poucos os trabalhos referentes ao uso desta metodologia com o feijão fava. O objetivo do presente estudo foi avaliar e separar acessos de sementes de *Phaseolus lunatus* L. com elevado vigor quando submetidos ao teste de germinação a baixa temperatura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de Biologia da Universidade Federal do Cariri (UFCA), campus Crato (Figura 1), com duração de 28 dias, entre os meses de outubro e novembro de 2021. As sementes foram armazenadas em câmara fria com temperatura ajustada para manter a qualidade e vitalidade das sementes.

O teste de germinação foi conduzido em germinador do tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.), regulado nas temperaturas constantes de 10°C. Para cada tratamento foram utilizadas 100 sementes tratadas previamente com fungicida Cercobin® 700 wg, logo em seguida as amostras foram divididas em quatro repetições de 25 sementes e distribuídas sobre duas folhas de papel tipo Germitest® umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco e, posteriormente foram cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolo. Para evitar as perdas de água por evaporação, os rolos foram colocados em sacos plásticos, sendo as contagens realizadas diariamente do terceiro dia até o vigésimo oitavo dia da instalação do teste (onde a contagem do número de plântulas emersas encontrava-se estabilizadas), cujo critério utilizado foi de plântulas normais e os resultados obtidos foram expressos em porcentagem.

A avaliação da primeira contagem foi realizada conjuntamente com o teste de germinação, consistiu no registro das porcentagens de plântulas normais verificadas na primeira contagem do teste de germinação, efetuada no quarto dia após a semeadura, seguindo as indicações das Regras para Análise

de Sementes (BRASIL, 2009).

A observação do índice de velocidade de germinação foi determinado mediante contagens diárias do número de sementes germinadas, no mesmo horário, dos 13 aos 25 dias após a semeadura, cujo índice foi calculado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições para cada amostra de sementes. A comparação das médias obtidas nos testes foi através do teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da primeira contagem de germinação possibilitaram classificar os acessos com relação à tolerância ao frio na fase da germinação, indicando os acessos BGH FV – 11 e BGH FV – 90 como os mais vigorosos (Tabela 1). Este vigor é considerado devido à capacidade que algumas sementes têm em germinar mais rápido mesmo sob condições adversas (SENA; ALVES; MEDEIROS, 2017).

Tabela 1 – Primeira contagem de germinação (PCG), porcentagem de germinação (G%) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Phaseolus lunatus* L. como parâmetro de avaliação da qualidade fisiológica

Acessos	PCG	G%	IVG
BGH FV - 19	34b	44b	2,182b
BGH FV - 68	20c	52b	2,562b
BGH FV - 52	19c	58b	3,330a
BGH FV - 13	44b	67a	3,135a
BGH FV - 73a	24c	64a	2,562b
BGH FV - 90	46a	51b	3,145a
BGH FV - 39a	27c	64b	2,842a
BGH FV - 89	43b	57b	2,175b
BGH FV - 38	21c	44b	2,175b
BGH FV - 11	53a	59a	2,955a

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott

Ao observarmos os dados de germinação e índice de velocidade de germinação na Tabela 1, notamos que há a existência de variabilidade entre os

genótipos estudados, desta forma, podemos destacar os acessos BGH FV – 13, BGH FV – 73a, BGH FV – 39a e BGH FV – 11 como aqueles que apresentaram resultados promissores, por terem os melhores valores nestes dois parâmetros de avaliação da qualidade germinativa. Para Santos (2014) o teste de germinação a frio também foi eficiente para discriminar sementes crioulas de feijão.

Os resultados obtidos no presente trabalho garantiram a diferenciação dos acessos de sementes da fava de acordo com a qualidade germinativa, ou a viabilidade, uma vez que, as baixas temperaturas na germinação, submetem as sementes às condições adversas e aquelas que conseguem apresentar melhores desempenhos são considerados genótipos promissores (MARCOS FILHO, 2015; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

4 CONCLUSÃO

Os acessos BGH FV – 13, BGH FV – 73a, BGH FV – 39a e BGH FV – 11 de *Phaseolus lunatus* L. são os mais auspiciosos e vigorosos, por apresentarem os maiores valores na porcentagem germinativa.

REFERÊNCIAS

BARROS, S. R. B. *et al.* Teste de frio. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p. 5.1-5.15.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNPV/CLAV, 2009. 365 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**: Ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

DIAS, D. C. F. S.; ALVARENGA, E. M. Teste de germinação a baixa temperatura. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p. 7.1-7.4.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, mar. 1962. Disponível em: <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>. Acesso em: 19 ago. 2023.

MARCOS FILHO, J. Germinação. In: **Fisiologia de sementes de plantas**



cultivadas. Piracicaba: FEALQ, 2015. p. 269-365.

OLIVEIRA, G. L. *et al.* Teste de frio para avaliação do potencial fisiológico de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.). **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 31, n. 2, p. 509-517, 2015. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/22397>. Acesso em: 19 ago. 2023.

SANTOS, M. **Qualidade fisiológica e bioquímica de sementes de feijão crioulo em condições de estresse por frio.** 2014. 153 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

SENA, D. V. A.; ALVES, E. U.; MEDEIROS, D. S. Vigor tests to evaluate the physiological quality of corn seeds cv. 'Sertanejo'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 3, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/8KyYF7h4yXqy8JLXLgLHD8g/?lang=en>. Acesso em: 19 ago. 2023.

SILVA, J. D. L. **Diversidade, estrutura e erosão genética do feijão-fava (*Phaseolus Lunatus*) no Nordeste do Brasil.** 2019. 124 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2019.



SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE NANOFIBRAS DE TITÂNIA – PARTE 1

Gabriela Esthefane Freire de Sá
Keila Conceição Costa
Maria Georgia da Silva Andrade
Edvânia Trajano Teófilo

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos as nanofibras têm recebido grande destaque, com uma potencialidade de aplicações em diversas áreas do conhecimento que impulsionaram o crescimento pela pesquisa de materiais com propriedades intrínsecas. Esta tendência está relacionada a sua elevada área superficial/volume, alta razão de aspecto, presença de pequenos poros e possibilidade de ser fabricada a partir de diversos materiais (MERCANTE *et al.*, 2021).

Dentre os óxidos cerâmicos, as nanofibras de dióxido de titânio (TiO_2), ou titânia, vêm sendo estudadas e usadas para inativar muitos micro-organismos (VERDIER *et al.*, 2014) e avaliar atividade antibacteriana (BONETTA *et al.*, 2013). Como também sendo utilizada em uma ampla faixa de aplicações ambientais, a exemplo disso Liu *et al.* (2012) produziram nanofibras de Ag/TiO_2 para realizar filtração e desinfecção fotocatalítica sob irradiação solar. Enquanto Teodoro *et al.* (2009) testaram o dióxido de titânio de em microtubos para desinfetar águas residuais por meio de fotocatalise heterogênea e descontaminar águas contendo as bactérias *Escherichia coli* e *Pseudomonas sp* (CORDEIRO *et al.*, 2004).

Wu *et al.* (2016) desenvolveram por meio da eletrofiação nanofibras de titânia dopadas com nitrogênio como materiais de ânodos para baterias de íons de sódio, a fim de melhorar a condutividade elétrica. Estudos evidenciam também o TiO_2 como adsorvente para remover metais pesados (ENGATES; SHIPLEY, 2011; MOAFI *et al.*, 2011) da fase aquosa devido à sua estabilidade química,



baixa toxicidade e alta relação eficiência/custo. A exemplo, Sobhanardakani *et al.* (2017), utilizaram nanopartículas do tipo core-shell de $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ funcionalizadas com TiO_2 para a adsorção de metais pesados de águas provenientes de água de efluentes eletrônicos e hospitalares.

Utilizando a técnica SBS – *solution blown spinning*, Santos *et al.* (2018) produziram nanofibras de TiO_2 com polímeros hidrofílicos e hidrofóbicos com diâmetros entre 206 a 270 nm. Enquanto Gimenes *et al.* (2016) produziram membranas poliméricas de Poli (Fluoreto de Vinilideno) (PVDF) com incorporação de titânia (TiO_2) a fim de analisar sua eficiência fotocatalítica na degradação do corante Rodamina-B. Desenvolvido por Medeiros *et al.* (2009), o SBS é capaz de produzir fibras em escala nano/micro, uma alternativa de baixo custo, e ainda tem destaque diferencial de possuir taxa de produção significativamente superior à eletrospinning.

Nesse contexto, idealizou-se obter nanofibras cerâmicas de titânia (TiO_2) utilizando a técnica SBS, com o intuito de aplicá-las como membranas adsorventes para remover metais pesados da indústria de galvanoplastia, uma das principais atividades da Região do Cariri cearense. O presente estudo objetivou avaliar a adequação do processo para viabilizar a fiação com precursor cerâmico, com a pretensão de analisar se com os parâmetros utilizados seria possível obter as nanofibras desejadas e então submetê-las, em etapa posterior, a um tratamento térmico adequado e demais análises que possibilitem sua aplicação na remoção de metais pesados.

2 METODOLOGIA

2.1 Materiais

Como polímero matriz e auxiliar de fiação foi utilizado o Poli(vinil)pirrolidona (PVP), fornecido pela *Sigma Aldrich Chemistry*, com massa molar média igual a $360.000 \text{ g.mol}^{-1}$. O PVP foi escolhido por apresentar capacidade de fiação e compatibilidade com os precursores cerâmicos que foram utilizados. Como precursores na síntese de fibras de TiO_2 foram utilizados: Isopropóxido de titânio IV ($\text{Ti} [\text{OCH}(\text{CH}_3)_2]_4$) 97%, fornecido pela Sigma-Aldrich; Álcool Etílico absoluto (Etanol) $[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}]$, como solvente e Ácido Acético Glacial P.A $[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]$, como

estabilizador da solução.

2.2 Métodos

2.2.1 Preparação da solução de fiação

Inicialmente foi preparada uma solução para dissolver 0,8 g de PVP em álcool etílico, em temperatura ambiente sob agitação constante por aproximadamente 30 min. Após a dissolução total do PVP no solvente a amostra foi submetida ao processo de fiação para avaliar sua capacidade de formação de fibras. Verificada a capacidade de fiação, preparou-se uma segunda solução com o precursor de dióxido de titânio. Para tanto foi realizada uma dissolução do precursor de titânio (isopropóxido de titânio IV) em 3 ml do solvente etanol sob agitação constante por cerca de 5 min. Após completa dissolução do precursor foi adicionado o ácido acético sob agitação por 10 min para atingir a estabilidade da solução. Após completa estabilização, tal solução com o precursor adicionada à solução de PVP/Etanol, e agitada por aproximadamente 20 min para obtenção da solução final de fiação, a qual foi submetida ao sistema SBS.

2.2.2 Obtenção das fibras por fiação por sopro em solução

O sistema utilizado é composto por uma bomba de injeção, uma fonte de pressão (sistema de ar comprimido), uma matriz de fiação e um coletor. Para a fiação das soluções com etanol foi usado uma câmara aquecida para facilitar a evaporação do solvente. Os parâmetros de fiação utilizados foram: taxa de ejeção de 5 ml/ h; pressão de 25 psi; distância de trabalho de 40 cm e distância de protusão de 1,5 cm. Após coletadas, as fibras verdes foram submetidas à análise no microscópio eletrônico de varredura.

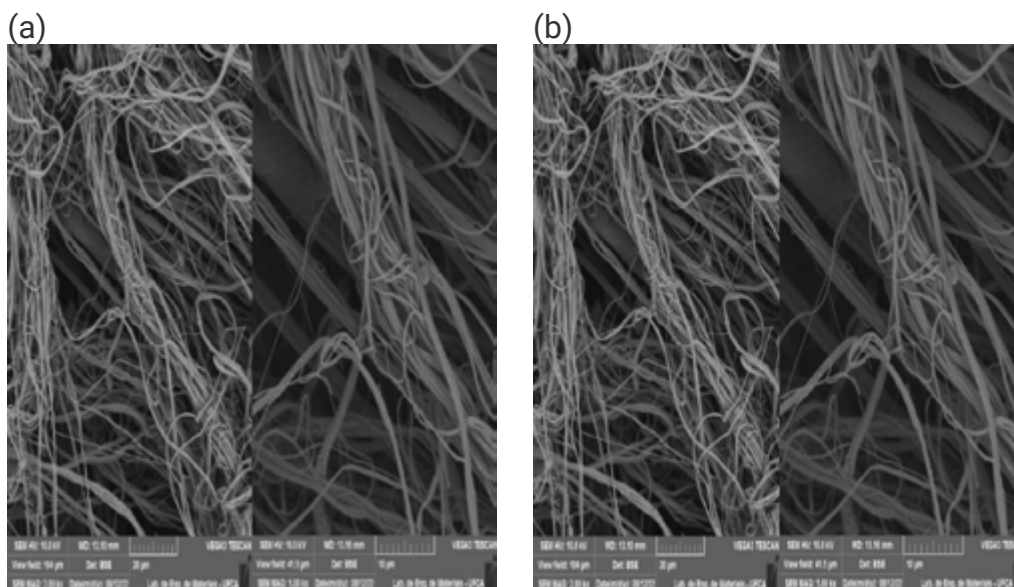
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A micrografia das fibras obtidas foi realizada após a fiação no sistema SBS, sendo denominadas de fibras verdes porque ainda não passaram pelo processo de calcinação. Após a calcinação ocorre a decomposição de orgânicos

e outros voláteis, obtendo a fibras cerâmicas propriamente ditas. Tal processo será realizado em etapa posterior. Micrografias das fibras verdes de titânia estão apresentadas na Figura 1. Observa-se fibras emaranhadas, finas e aderidas entre si. Essa adesão, pode ser resultado de uma incompleta evaporação do solvente (SANTOS *et al.*, 2018), o que indica que pode ser viável um ajuste nos parâmetros de fiação, como distância de trabalho e aquecimento. No entanto, as fibras apresentam-se homogêneas, contínuas e sem formação considerável de *beads*.

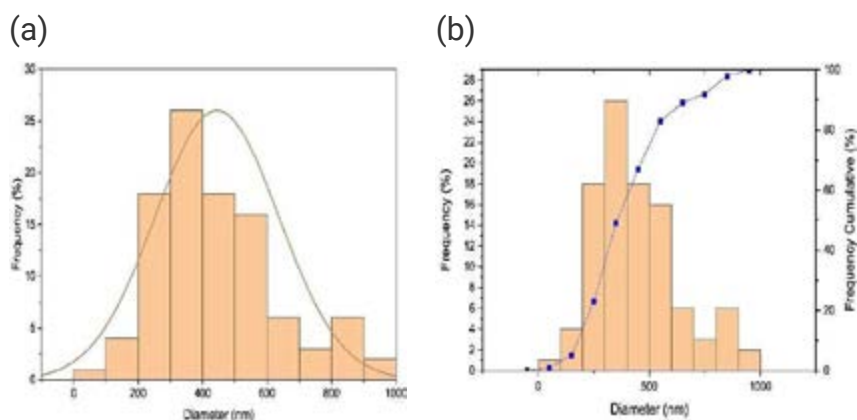
No histograma da distribuição de diâmetro das fibras, representado na figura 2, pode-se observar que 67% das fibras possuem diâmetros inferiores a 450 nm, 49% inferiores a 350 nm e 83% menores que 550 nm. O diâmetro médio obtido foi de $465 \pm 201,99$. Pode-se afirmar que 89% das fibras encontram-se com diâmetro inferior a 650 nm, além disso, a maior porcentagem de fibras evidencia diâmetros entre 200 nm e 550 nm.

Figura 1 – Micrografia Eletrônica de Varredura das fibras verdes de titânia com aumento de 2.000x (a) e 5.000x (b)



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 2 – Histograma representativo da distribuição dos diâmetros das fibras: (a) frequência relativa e (b) frequência cumulativa



Fonte: Elaborado pela autora.

4 CONCLUSÃO

Foi possível obter fibras com precursor de titânia com aspecto homogêneo e sem formação considerável de *beads*. A análise dos diâmetros mostra que tais fibras estão em escala nanométrica, evidenciado que foram obtidas com sucesso pela técnica SBS.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Cariri e à Pró Reitoria de Pesquisa e Inovação pelo suporte financeiro e infraestrutural dispensados em favor do desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- BONETTA, S. *et al.* Photocatalytic bacterial inactivation by TiO₂-coated surfaces. **AMB Express**, [s. l.], v. 3, n. 59, 2013. Disponível em: <https://amb-express.springeropen.com/articles/10.1186/2191-0855-3-59>. Acesso em 10 jul. 2022.
- CORDEIRO, A. C. S.; LEITE, S. G. F.; DEZOTTI, M. Inativação por oxidação fotocatalítica de *Escherichia coli* e *Pseudomonas sp.* **Química Nova**, [s. l.], v. 27, n. 5, p. 689-694, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/NHVS6nRjCBgDqGLxRWjVZxt/?lang=pt>. Acesso em: 18 jul. 2022.

ENGATES, K. E; SHIPLEY, H. J. Adsorption of Pb, Cd, Cu, Zn, and Ni to titanium dioxide nanoparticles: effect of particle size, solid concentration, and exhaustion. **Environmental science and pollution research international**, [s. l.], v. 18, n. 3, p. 386-395, mar. 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20694836/>. Acesso em: 18 jul. 2022.

GIMENES, T. C. *et al.* Estudo de membranas poliméricas de pvdf/TiO₂ com aplicações fotocatalíticas sintetizadas pelo método de blow spinning. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 22., 2016, Natal. **Anais [...]**. Natal: CBECiMat, 2016. Disponível em: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/49/031/49031376.pdf. Acesso em: 8 jun. 2022.

LIU, L. *et al.* Concurrent filtration and solar photocatalytic disinfection/ degradation using high-performance Ag/TiO₂ nanofiber membrane. **Water Research**, [s. l.], v. 46, n. 4, p. 1101-12, 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22196951/>. Acesso em: 12 ago. 2022.

MOAFI, H. F. *et al.* Photoactive polyacrylonitrile fibers coated by nano-sized titanium dioxide: synthesis, characterization, thermal investigation. **Journal of the Chilean Chemical Society**, [s. l.], v. 56, n. 1, p. 610-615, 2011. Disponível em: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-97072011000100020. Acesso em: 12 ago. 2022.

MEDEIROS, E. S. *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, n. 4, p. 2322-2330, 2009. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/app.30275>. Acesso em: 12 ago. 2022.

MERCANTE, L. A. *et al.* Nanofibras eletrofiadas e suas aplicações: avanços na última década. **Química Nova**, v. 44, n. 6, p. 717-736, jun. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/pyPdBqm8bxhT5dzqhCv6HVM/?lang=pt>. Acesso em: 12 ago. 2022.

SANTOS, A. M. C *et al.* Solution blow spun titania nanofibers from solutions of high inorganic/organic precursor ratio. **Ceramics International**, [s. l.], v. 44, n. 2, p. 1681-1689, Feb. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/ceramics-international/vol/44/issue/2>. Acesso em: 12 jul. 2022.

SOBHANARDAKANI, Soheil; ZANDIPAK, R. Synthesis and application of TiO₂/SiO₂/Fe₃O₄ nanoparticles as novel adsorbent for removal of Cd(II), Hg(II) and Ni(II) ions from water samples. **Clean Technologies and Environmental Policy**, [s. l.], v. 19, p. 1913-1925, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10098-017-1374-5>. Acesso em: 14 ago. 2022.

TEODORO, A. *et al.* Desinfecção de água cinza por fotocatalise heterogênea. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [s. l.], v. 22, n. 5, p. 1077-1026, set./out. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/XtrM5CQC4cSV6JHccMLTy9s/?lang=pt#>. Acesso em: 14 ago. 2022.

VERDIER, T. *et al.* Antibacterial Activity of TiO₂ Photocatalyst Alone or in



Coatings on E. coli: The Influence of Methodological Aspects. **Coatings**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 670-686, Sept. 2014.

WU, Y. *et al.* Nitrogen-Doped ordered mesoporous anatase TiO₂ nanofibers as anode materials for high performance sodium-ion batteries. **Communication**, [s. l.], v.12, n. 26, p. 3522-3529, May 2016. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sml.201600606>. Acesso em: 10 ago. 2022.



OBTENÇÃO DE NANOFIBRAS POLIMÉRICAS, VIA SBS, VISANDO SUA APLICAÇÃO COMO ADSORVENTES DE METAIS PESADOS

Maria Geórgia da Silva Andrade¹

Keila da Conceição Costa²

Gabriela Esthefane Freire de Sá³

Edvânia Trajano Teófilo⁴

1 INTRODUÇÃO

O controle da poluição da água é um problema mundial de grandes proporções. Pesquisas recentes mostram um crescimento no número e na quantidade de poluentes emergentes encontrados em águas subterrâneas e superficiais (DAMANIA *et al.*, 2019). Esses poluentes, na sua maior parte, têm origem antropológica, incluindo fontes agrícolas, industriais e urbanas (TIJANI *et al.*, 2016; VILELA; BASSIN; PEIXOTO, 2018; SOUSA *et al.*, 2018; BUNKE *et al.*, 2019; QUESADA *et al.*, 2019).

Os nanomateriais, em geral, apresentam vantagens devido à sua morfologia característica, cuja superfície é altamente específica em razão dos diâmetros serem consideravelmente reduzidos, se comparados aos tradicionais. Dentre os materiais nanoestruturados, as nanofibras são consideradas produtos de grande interesse industrial, devido à sua elevada potencialidade de aplicação (SUNDARARAJAN *et al.*, 2014), como por exemplo, purificação de águas, liberação controlada de fármacos, sensores, biossensores, engenharia de tecidos, próteses vasculares, catálises, células solares, células combustíveis, membranas, baterias de hidrogênio, materiais estruturais que exige alta

¹ Universidade Federal do Cariri, georgia.andrade@aluno.ufca.edu.br.

² Universidade Federal do Cariri, keila.costa@aluno.ufca.edu.br.

³ Universidade Federal do Cariri, gabriela.freire@aluno.ufca.edu.br.

⁴ Universidade Federal do Cariri, edvania.teofilo@ufca.edu.br.

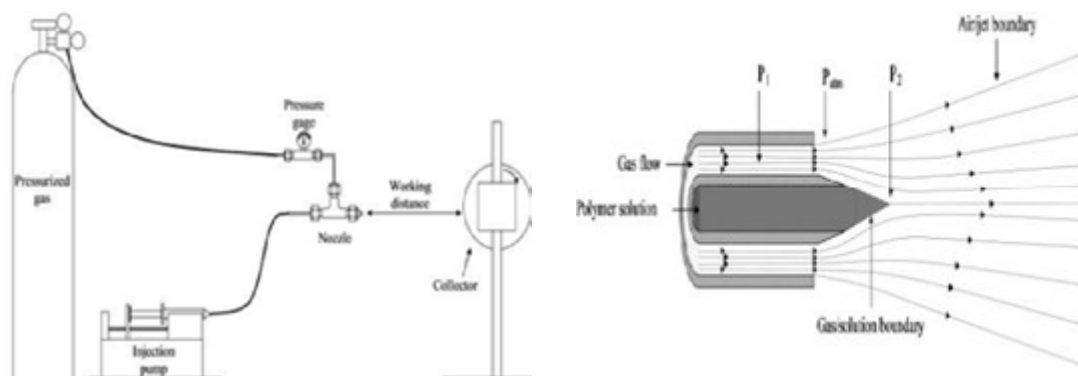
resistência mecânica, engenharia de tecidos, como também tem potenciais aplicações em nanoeletrônicos e em dispositivos óptico e magneto eletrônicos (RAMASESHAN *et al.*, 2007; MEDEIROS *et al.*, 2009; HU *et al.*, 2014; AHMED; LALIA; HASHAIKEH, 2015; KUCINSKA-LIPKA *et al.*, 2015).

O processo de adsorção é visto como um processo viável na tecnologia de tratamento de água. A adsorção é muito utilizada no tratamento de águas de superfícies e de lençóis freáticos, residuais e industriais, incluindo na obtenção de água potável (CHEN *et al.*, 2017; YANG *et al.*, 2020).

O sistema de fiação por sopro em solução é constituído de um bocal através do qual uma solução de polímero é bombeada e o gás pressurizado é fornecido por um bocal externo concêntrico. O gás pressurizado produz uma força de condução e, quando supera a tensão superficial da solução, a solução de polímero é direcionada para um coletor, como mostrado na (Figura 1a). Durante o percurso entre o bocal e o coletor, o solvente evapora, originando uma estrutura não tecida (AHMED; LALIA; HASHAIKEH, 2015; KUCINSKA-LIPKA *et al.*, 2015).

O método SBS faz uso do princípio de Bernoulli, no qual as modificações na pressão são convertidas em energia cinética, ou seja, à medida que um gás de alta pressão sai do bocal (Figura 1b), a pressão cai rapidamente (pressão atmosférica) e a energia cinética do fluxo aumenta, ocasionando um aumento na velocidade do gás. Essa elevação na velocidade provoca uma queda da pressão no centro do jato (Figura 1b), criando uma força motriz que é responsável pela aceleração do fluxo da solução de polímero.

Figura 1 – (a) Desenho esquemático do método SBS e (b) da matriz de fiação



Fonte: Elaborado por Abdal-Hay, Barakat e Lim (2012).

O objetivo desse trabalho é utilizar a técnica de fiação por sopro em solução (“*Solution Blow Spinning*” – SBS) para obter, a priori, nanofibras de poliamida 6 (PA6), e em etapa posterior, nanofibras de blendas de PA6/biopolímeros, vislumbrando a possibilidade de aplicá-las em sistemas adsorventes de metais pesados presentes em águas de enxágue provenientes de indústrias de galvanoplastia, que é uma das principais atividades industriais da região do Cariri cearense. Destaca-se que não foram encontrados estudos na literatura sobre a obtenção de nanofibras de PA 6 pela técnica SBS, sendo primordial todos os parâmetros avaliados e adaptações feitas no presente estudo para obter as fibras, pois servirão de base para estudos posteriores.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Para o preparo das nanofibras foi utilizado o polímero Poliamida 6 (também conhecido como *nylon 6*) dissolvido em ácido fórmico.

2.2 Produção de nanofibras de nylon 6

Foi preparada uma solução de 20% (m/v) de *nylon 6* em 10 mL de ácido fórmico a fim de avaliar os melhores parâmetros para o processo de fiação. A dissolução foi iniciada à temperatura ambiente e durante o processo submetida a uma variação de temperatura a 50°C com agitação constante até completa solubilização do polímero, que durou em média 4h30 para finalizar. Em seguida, a solução polimérica obtida foi submetida ao processo de fiação para avaliar sua capacidade de formação de fibras. Os parâmetros de fiação 30 cm e distância de protusão de 1,0 cm. Após h^{-1} coletadas, as fibras de poliamida 6 foram utilizados foram: taxa de ejeção de 5,0 mL; pressão de 25 psi; distância de trabalho de submetidas à análise no microscópio eletrônico de varredura (VEGA 3 TESCAN) (Figura 3) e seus diâmetros medidos utilizando o ImageJ, um software da National Institutes of Health, USA.

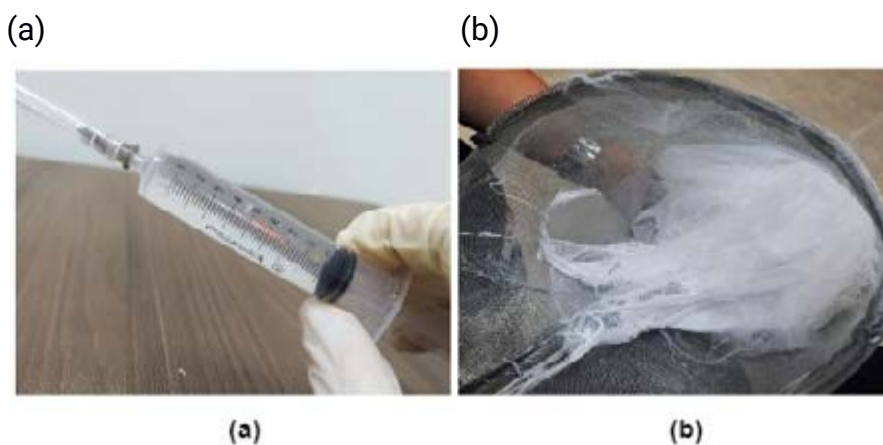


3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em um sistema polímero/solvente a afinidade entre os componentes é essencial para que se atinja a solubilização completa. Essa afinidade tem sido relacionada com o parâmetro de solubilidade (WRIGHT, 1996; HANSEN, 2002). Isso porque se o parâmetro de solubilidade do solvente for próximo ao do polímero, o polímero provavelmente mostrará alguma solubilidade no solvente (MOSKALA; JONES, 1998).

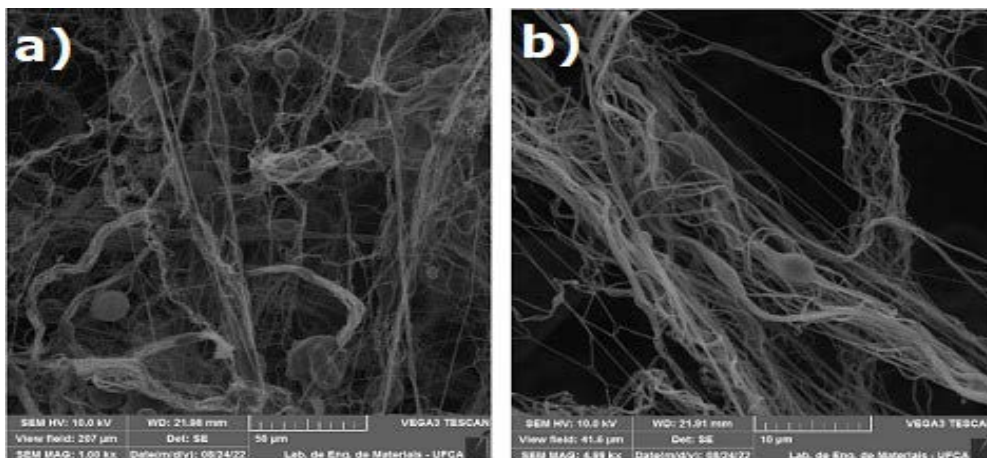
No presente trabalho, foi feita a análise de compatibilidade entre a poliamida 6 e o ácido fórmico onde constatou-se, de acordo com testes e ajustes de parâmetros que possuem afinidades sendo possível então produzir fibras a partir da solução contendo os dois componentes, que pode ser observado na figura 2.

Figura 2 – (a) Solução para produzir a fibra e (b) fibras de poliamida 6 formadas



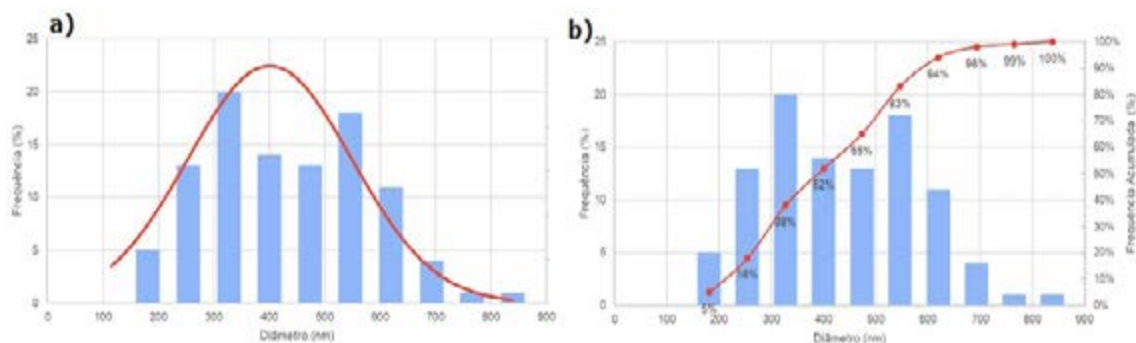
Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3 – MEV das fibras de poliamida 6
a) Resolução de 1.000x e b) Resolução de 5.000x



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 4 – Histograma representativo do diâmetro das fibras. a) Frequência relativa e b) Frequência Cumulativa



Fonte: Elaborado pelos autores.

No histograma da distribuição de diâmetro das fibras, representado nas figuras (4a e 4b), foi observado que a porção mais considerável da amostra possui diâmetro inferior a 393 nm, correspondente a 94%. O diâmetro médio obtido foi de 401 nm, com extremos entre 108 e 839 nm. Houve dois picos de frequência representativa, entre 327-400 nm e 547-620 nm, abrangendo, juntos, 38% do total.

4 CONCLUSÃO

Através das análises, podemos afirmar então que 94% da amostra é inferior a 693 nm, além disso, a maior porcentagem de fibras evidenciam diâmetros entre 300 e 620 nm. Desse modo, constata-se que os diâmetros apresentados nos histogramas evidenciam que as fibras formadas de poliamida 6 estão na escala nanométrica e que a técnica SBS logrou êxito na produção das nanofibras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Cariri (UFCA) e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação (PRPI) pelo incentivo financeiro e de infraestrutura disponibilizados para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABDAL-HAY, A.; BARAKAT, N. M.; LIM, J. K. Novel technique for polymeric nanofibers preparation: air jet spinning. **Science Of Advanced Materials**, [s. l.], v. 4, n. 12, p. 1268-1275, Dec. 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/272213328_Novel_Technique_for_Polymeric_Nanofibers_Preparation_Air_Jet_Spinning. Acesso em: 14 ago. 2023.
- AHMED, F. E.; LALIA, B. S.; HASHAIKEH, R. A review on electrospinning for membrane fabrication: challenges and applications. **Desalination**, [s. l.], v. 356, p. 15-30, Jan. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916414005190>. Acesso em: 14 ago. 2023.
- CHEN, K. et al. A biocompatible and novel-defined Al-HAP adsorption membrane for highly effective removal of fluoride from drinking water. **Journal of Colloid and Interface Science**, [s. l.], v. 490, p. 97-107, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021979716308712>. Acesso em: 14 ago. 2023.
- HANSEN, C. M. On predicting environmental stress cracking in polymers. **Polymer Degradation And Stability**, [s. l.], v. 77, n. 1, p. 43-53, 2002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141391002000782>. Acesso em: 14 ago. 2023.
- KUCINSKA-LIPKA, J. et al. Fabrication of polyurethane and polyurethane based composite fibres by the electrospinning technique for soft tissue engineering of cardiovascular system. **Materials Science And Engineering: C**, [s. l.], v. 46, p. 166-176, Jan. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092849311400647X>. Acesso em: 14 ago. 2023.



MEDEIROS, E. S. *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, n. 4, p. 2322-2330, Apr. 2009. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/app.30275>. Acesso em: 14 ago. 2023.

MOSKALA, E. J.; JONES, M. Evaluating environmental stress cracking of medical plastics. **Medical Plastics and Biomaterial Magazine**, [s. l.], May 1998. Disponível em: <https://www.mddionline.com/news/evaluating-environmental-stress-cracking-medical-plastics>. Acesso em: 14 ago. 2023.

TIJANI, J. O. *et al.* Pharmaceuticals, endocrine disruptors, personal care products, nanomaterials and perfluorinated pollutants: a review. **Environmental Chemistry Letters**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 27-49, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10311-015-0537-z>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10311-015-0537-z>. Acesso em: 14 ago. 2023.

WRIGHT, D. C. **Environmental stress cracking of plastics**. UK: Rapra Technology Limited, 1996.

DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO ANDROID PARA O CONTROLE DE UTILIZAÇÃO DE ITENS RESTRITOS

Marcos Renann Fernandes da Silva¹

Rafael Perazzo Barbosa Mota²

1 INTRODUÇÃO

Em primeiro momento, devemos analisar o panorama tecnológico em 2022, uma pesquisa da FGV traz a luz que em território brasileiro existem mais smartphones que habitantes, dado esse evidenciado pelo número de 242 milhões de celulares, contra 214 milhões de habitantes, dado fornecido pelo IBGE (CNN, 2022). Fato que evidência quanto os smartphones se tornaram indispensáveis para o povo brasileiro.

De forma sucinta podemos analisar que em contexto pandêmico, surgiram novas necessidades para o uso tecnológico, a qual foi pontualmente difundido para substituição das interações sociais, seja para comunicação, trabalho, compras, fins educacionais ou qualquer outro fim que pudesse prevenir o contágio do COVID-19. Dados divulgados pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (2021) evidenciam o aumento exponencial do uso de internet passando de 71% dos domicílios para 83%, correspondendo a 61,8 milhões de pontos de acesso em território nacional. Assim sendo, estima-se que 81% dos lares que possuem conexão, os smartphones são o principal meio de acesso para 90% da classe D e E. Enquanto atinge apenas 11% da classe A, com um balanço geral de 58% de conexões feitas por celular (NITAHARA, 2021).

Nesse sentido, podemos concluir que o uso de smartphones trazem um

¹ Universidade Federal do Cariri, marcos.renann@aluno.ufca.edu.br. Bolsista PIBIC.

² Universidade Federal do Cariri, rafael.mota@ufca.edu.br.



acesso viável para o acesso da internet de forma que não discrimina ou atinge apenas parte da população de forma que o uso de aplicativo de celular se torna um meio de fácil acesso e também de fácil utilização para o público-alvo dessa pesquisa, pois além de trazer autonomia, rapidez e agilidade ao processo de controle e utilização de itens restritos, também torna sua utilização menos burocrática tornando todo o processo mais automático para todos os envolvidos.

Sendo assim, este aplicativo propõe uma interface para cadastramento da movimentação, assim como o compartilhamento de materiais remanescentes. Tem como principal finalidade o uso em contexto educacional, acadêmico e profissional.

2 METODOLOGIA

Este projeto tem como objetivo a construção de um aplicativo móvel, o qual será desenvolvido utilizando-se do ambiente de desenvolvimento Android Studio, através da linguagem de programação Kotlin.

Dessa forma, faz-se necessário um ambiente para desenvolvimento, na qual dispomos das opções, computador, celular ou um emulador que simula um celular em ambiente virtual. Além disso, se faz necessário um servidor de rede, que tem como finalidade armazenamento e recuperação de dados que serão manipulados pelo aplicativo. Simultaneamente será feito a gestão de dados por uma aplicação desenvolvida na linguagem Python que vai disponibilizar a API (Interface de Programação de Aplicação) de acesso que tem como objetivo permitir o acesso aos dados a partir do aplicativo.

Sendo assim, o sistema será composto de duas aplicações distintas. O aplicativo e o sistema web que armazenará e disponibilizará os dados.

De forma que todo o processo será dividido em 5 fases principais: Levantamento de requisitos; Construção da API em Python para disponibilização e armazenamento das informações que serão manipuladas pelo aplicativo; Generalização do aplicativo, para que o mesmo possa ser utilizado por instituições distintas; Desenvolvimento e prototipação do aplicativo Android; Implantação e testes automatizados dos produtos desenvolvidos em ambiente de produção.



3 REFERENCIAL TEÓRICO

O Android é um sistema operacional de código aberto para dispositivos móveis, os vários componentes do Android são projetados como uma pilha, com os Aplicativos formando a camada superior da pilha, enquanto o kernel Linux forma a camada mais baixa. O sistema operacional vem com um conjunto de aplicativos principais, incluindo um cliente de e-mail, programa SMS, calendário, mapas, navegador, contatos e outros recursos. Todos os aplicativos são escritos usando a linguagem de programação Java. Então, é nessa camada que você vai se encaixar no seu próximo grande (DEVELOPERS, 2021).

Atualmente o Android está em sua versão 13, e a cada atualização é apresentado novas mudanças e melhorias.

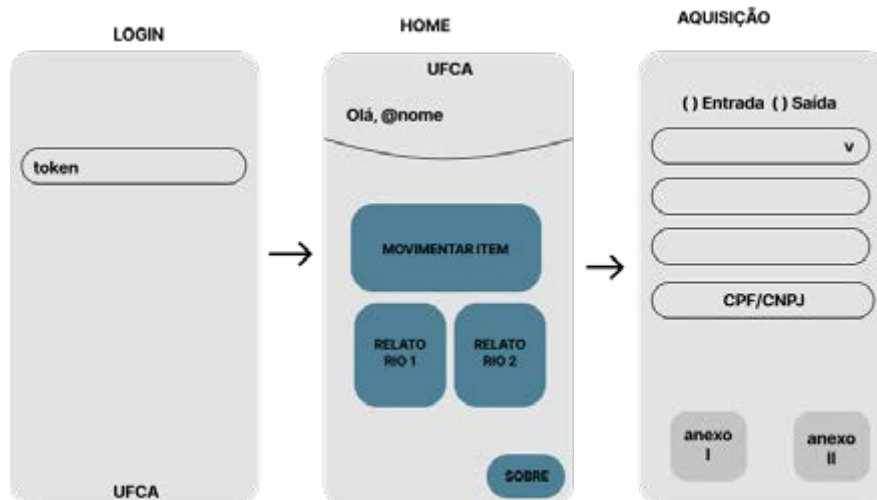
4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Ao fim do período estipulado para o projeto, não foi possível concluir os objetivos propostos. Pois, tem-se em vista que se encontra ainda em fase de desenvolvimento.

4.1 Protótipo de baixa fidelidade das telas

Levando em consideração que antes de desenvolver as telas do aplicativo foi necessário imaginar como seria o funcionamento e o fluxo entre elas, e para isso foi utilizado o método de protótipo de baixa fidelidade. Para o qual se pode construir um desenho ou diagrama das telas e do fluxo, de forma mais simples cujo foco é somente mostrar como será a navegação dentro do aplicativo.

Figura 1 – Protótipo de baixa fidelidade



Fonte: figma, autoria própria.

4.2 Banco de dados

Obtendo o protótipo construído e com o esquema de construção do aplicativo, foi realizado a construção de um modelo de dados (figura 2) para se mapear e entender o funcionamento do armazenamento e utilização dos dados que serão tratados pelo aplicativo e hospedado no website.

Figura 2 – Modelo de dados



Fonte: figma, autoria própria.

4.3 Desenvolvimento aplicativo

Com essas duas bases, já era possível entender como os dados seriam armazenados e utilizados, como também as telas necessárias para a aplicação, que foi desenvolvida utilizando-se do ambiente de desenvolvimento Android Studio.

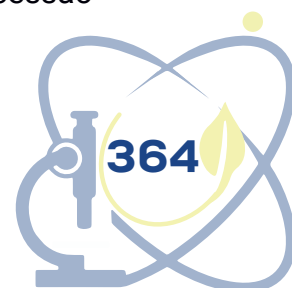
Fatalmente, que devido a busca de tecnologias mais recentes para a criação de telas e da navegação foram encontradas certas limitações por serem recém-lançadas, e estarem em fases de testes, assim não adquirindo muita utilização, por ademais não foi possível finalizar o desenvolvimento da forma como foi planejada. Pois a integração do banco e algumas funcionalidades desejadas não estavam disponíveis, e por consequência não foram encontradas formas de se desenvolver sem demandar mais tempo. Pois de fato não tinham como serem criadas e seria necessário criá-las em paralelo com o projeto, por esse motivo foi necessário retornar a uma forma mais antiga que poderia cumprir os requisitos iniciais, por sua liberdade e mais tempo que foi lançada, sendo desenvolvido a tela de login e a tela de movimentação, como também a integração com o banco de dados.

5 CONCLUSÕES

Com o uso da aplicação desenvolvida durante o período do projeto, pode-se criar uma forma do usuário acessar o aplicativo através de um token único para cada usuário com a possibilidade de cadastrar a movimentação de um item. Entretanto, a aplicação desenvolvida não foi concluída devida a utilização de tecnologias com limitações que ocasionou na troca e criação novamente de algumas partes, porém, em possíveis trabalhos futuros podem-se implementar mais funcionalidades e cumprir as limitações e melhorar o aplicativo. A aplicação em desenvolvimento ainda não está disponível na loja de aplicativos da Google.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade Federal do Cariri (UFCA) pela concessão



das bolsas, pelo Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica e por todo o apoio durante o desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

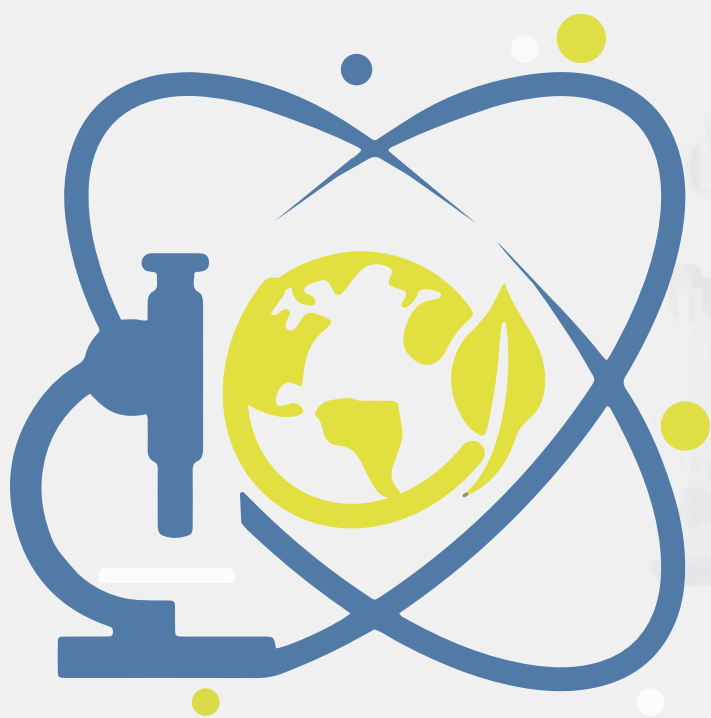
CENTRO REGIONAL DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO. **Cresce o uso de Internet durante a pandemia e número de usuários no Brasil chega a 152 milhões**. 2021. Disponível em: <https://cetic.br/pt/noticia/cresce-o-uso-de-internet-durante-a-pandemia-e-numero-de-usuarios-no-brasil-chega-a-152-milhoes-e-o-que-aponta-pesquisa-do-cetic-br/#:~:text=do%20Cetic.br,Cresce%20o%20uso%20de%20Internet%20durante%20a%20pandemia%20e%20n%C3%BAmero,aponta%20pesquisa%20do%20Cetic.br&text=O%20Brasil%20tem%20152%20milh%C3%B5es,com%2010%20anos%20ou%20mais>. Acesso em: 14 ago. 2023.

CNN. **Brasil tem mais smartphones que habitantes**. 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/brasil-tem-mais-smartphones-que-habitantes-aponta-fgv/>. Acesso em: 14 ago. 2023.

KHARISMA, Awal. What is Android?: a developer's first look at Android. **Overview Developers**, [s. l.], p. 48-50, Jan. 2008. Disponível em: https://www.academia.edu/2537177/What_is_Android. Acesso em: 14 ago. 2023.

NITAHARA, Akemi. Estudo mostra que pandemia intensificou uso das tecnologias digitais. **Agência Brasil**, Rio de Janeiro, 25 nov. 2021. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-11/estudo-mostra-que-pandemia-intensificou-uso-das-tecnologias-digitais>. Acesso em: 14 ago. 2023.





Resumos Simples

**Ciência e tecnologia para
o desenvolvimento social**

GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO INICIAL DE VARIEDADES CRIOULAS E CULTIVARES DE FEIJÃO CAUPI

Alexsandro de Andrade Silva

Samila Barbosa Lisboa

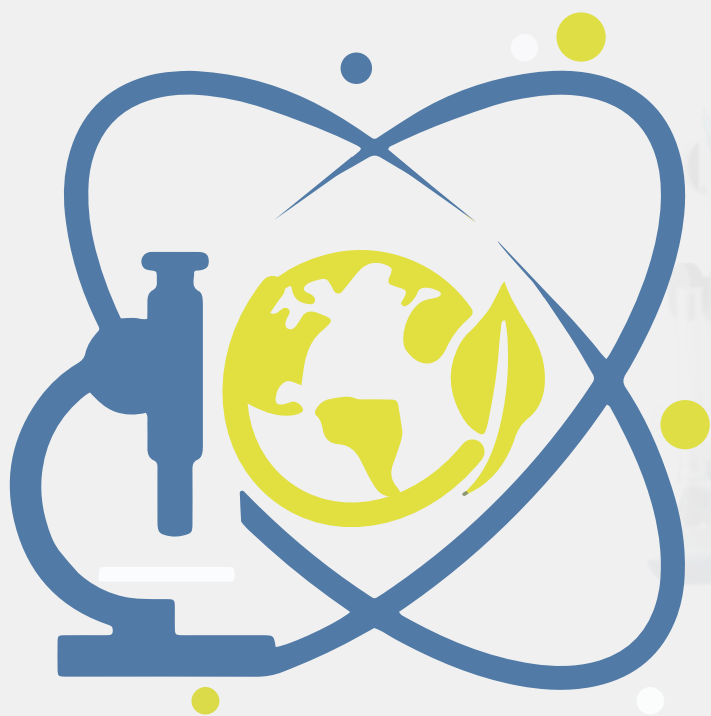
Juan Carlos Alvarez-Pizarro

RESUMO

O presente trabalho objetivou estabelecer o grau de variabilidade entre variedades crioulas do Cariri cearense e cultivares de feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp). As variedades crioulas foram coletadas nos municípios de Juazeiro do Norte, Crato, Barbalha, Caldas, Farias Brito, Santana do Cariri, Missão Velha, Caririaçu e Assaré. Enquanto que as cultivares foram cedidas pela Embrapa Meio-Norte (pingo-de-ouro e xique-xique). As variáveis analisadas foram a massa de 50 sementes (MS), com o auxílio de uma balança analítica; o percentual de germinação (%G), realizada por triplicata em papel filtro e avaliada ao terceiro e décimo dia; e o comprimento radicular (LR). A MS das cultivares foi por volta de 10,0 g e a maioria das variedades apresentaram massa similar. Exceto, canapu de Barbalha e Boca Zoca de Assaré que apresentaram massas superiores a 16,0 g. A %G geral superou os 80% no terceiro dia de avaliação; exceto a corujinha de Santana do Cariri que não alcançou os 50%. O LR das cultivares nos dias de avaliação foi em média de 5,0 e 19,0 cm, respectivamente. No terceiro dia, a maioria das variedades tiveram LR similar ao das cultivares; porém, o canapu de Barbalha e Farias Brito, e Costela-de-Vaca de Santana do Cariri tiveram maiores comprimentos de aproximadamente 60% superiores. Ao décimo dia, o LR de Farias Brito continuava sendo superior. Os resultados mostram uma grande variação e uma baixa correlação entre a MS, %G e LR. Ressalta-se que o rápido desenvolvimento radicular de algumas variedades crioulas é importante para absorção mais eficiente de água e nutrientes.

Palavras-chave: Crescimento inicial; Variabilidade; *Vigna unguiculata*.





Trabalhos Completos

**Ciência e tecnologia para
o desenvolvimento social**

EFEITOS DO GRADIENTE DE ALTITUDE NA ABUNDÂNCIA DE ARACNÍDEOS (ARACHNIDA) EDÁFICOS E NA VARIAÇÃO PLUVIOMÉTRICA EM UM BREJO DE ALTITUDE, CEARÁ

Raul Azevedo¹

Katherine Falcão Araújo²

Francisco Roberto de Azevedo³

Silvio Felipe Barbosa de Lima⁴

André Felipe de Araújo Lima⁵

Jobert Fernando Sobczak⁶

RESUMO

Os Brejos de Altitude constituem formações relictuais de Mata Atlântica inseridos em formações rochosas em altitudes superiores a 500m de altitude. A altitude faz com que os Brejos de Altitude se localizem isolados da vegetação de Caatinga existente, apresentando fauna, flora e regime pluviométrico diferenciado da Caatinga. Os aracnídeos constituem organismos modelo que são utilizados como indicadores ambientais de alterações naturais ou antrópicas, e desse modo, utilizamos aracnídeos edáficos para mensurar os efeitos do gradiente de altitude e da variação pluviométrica na sua abundância. Observou-se que Araneae e Opilliones estão presentes em todos os extratos altitudinais estudados, e que Araneae apresentou maior abundância do que os outros táxons coletados. Percebeu-se também que a abundância dos aracnídeos apresenta correlação fraca e não significativa com o aumento da altitude ($> 0,05$). Contudo, a variação da abundância correlacionada com a variação da pluviosidade em função da altitude como covariável, exibe significância estatística ($p < 0,001$). Os resultados

¹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), raul.azevedo@ufca.edu.br

² Universidade Federal do Ceará (UFC), kfalcao.a@gmail.com

³ Universidade Federal do Cariri (UFCA), roberto.azevedo@ufca.edu.br

⁴ Universidade Federal de Campina Grande (UFPB), sfblima@gmail.com

⁵ Universidade Federal de Campina Grande (UFPB), andref.lira@gmail.com

⁶ Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), jobczak@unilab.edu.br



sugerem que a altitude atua como um fator que influencia diretamente resposta dos aracnídeos a pluviosidade, refletindo na história natural da fauna existente.

Palavras-chave: aranhas; escorpiões; altitude; pluviosidade; matas úmidas.

ABSTRACT

The Brejos de Altitude are relict formations of the Atlantic Forest inserted in rock formations at altitudes above 500m. The altitude makes the Brejos de Altitude to be located isolated from the existing Caatinga vegetation, presenting fauna, flora and rainfall regime different from the Caatinga. Arachnids are model organisms that are used as environmental indicators of natural or anthropic changes, and thus, we use edaphic arachnids to measure the effects of altitude gradient and rainfall variation on their abundance. It was observed that Araneae and Opilliones are present in all altitudinal extracts studied, and that Araneae presented greater abundance than the other taxa collected. It was observed that the abundance of arachnids presents a weak and non-significant correlation with the increase in altitude (> 0.05). However, the variation in abundance correlated with the variation in rainfall as a function of altitude as a covariate, exhibits statistical significance ($p < 0.001$). The results suggest that altitude acts as a factor that directly influences the response of arachnids to rainfall, reflecting on the natural history of the existing fauna.

Keywords: spiders; scorpiones; altitude; rainfall; evergreen forest.

1 INTRODUÇÃO

Ecosistemas montanhosos abrigam um elevado número de espécies animais e vegetais, incluindo espécies raras e ameaçadas (BROOKS *et al.*, 2006). A complexidade estrutural dos ecossistemas montanhosos aumenta o isolamento de outros ecossistemas, promovendo taxas elevadas de especiação ao longo do gradiente altitudinal existente (MC CAIN, 2007; STEINBAUER *et al.*, 2016).

O domínio semiárido brasileiro é caracterizado pela pluviosidade baixa e irregular, concentrada em três meses consecutivos, assim como, a elevada evapotranspiração (PRADO, 2003), e a vegetação de Caatinga, a qual abriga um conjunto de 13 tipos de formações vegetais (SILVA *et al.*, 2017).

Contudo, no domínio semiárido brasileiro, os Brejos de Altitude surgem



como ilhas de vegetação de Mata Atlântica associados a altitudes superiores à 600m, localização a barlavento e ocorrência de chuvas orográficas (PRADO, 2003), apresentando fauna e flora diferenciada da existente no domínio semiárido (WERNECK, 2011), apresentando tendência a exibir maior riqueza de espécies ao longo do gradiente.

Dentre os invertebrados terrestres, os aracnídeos têm sido utilizados como organismos modelo para testar modelos macroecológicos em Regiões Neotropicais ao longo de gradientes altitudinais, testando padrões de variação de abundância e riqueza de espécies e beta diversidade (ALMEIDA-NETO *et al.*, 2006; NOGUEIRA *et al.*, 2021a; NOGUEIRA *et al.*, 2021b). E assim, testamos as hipóteses que a abundância dos aracnídeos será influenciada pelo gradiente de altitude, bem como a resposta dos aracnídeos a variação da pluviosidade será influenciada pela altitude.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Área de estudo consiste em cinco pontos amostrais que seguem o gradiente altitudinal existente na Serra do Baturité (Tabela 1), sendo o primeiro ponto correspondendo à 373m e o último 1.114m.

Tabela 1 – Pontos, Municípios e altitudes em que foram realizadas amostragens de aranhas edáficas por meio de *pitfalls traps*

Ponto	Altitude (m)	Latitude	Longitude
01	374	S 04°14'23,2''	W 38° 45'55,4''
02	600	S 04°13'51,7''	W 38° 49'33,5''
03	700	S 04° 13'45,5''	W 38° 53'27,9''
04	855	S 04° 15'50,2''	W 38° 54'56,9''
05	1.114	S 04° 12'50,9''	W 38° 57'59,0''

Fonte: autoria própria.

A partir dos 400m de altitude, observa-se vegetação caracterizada

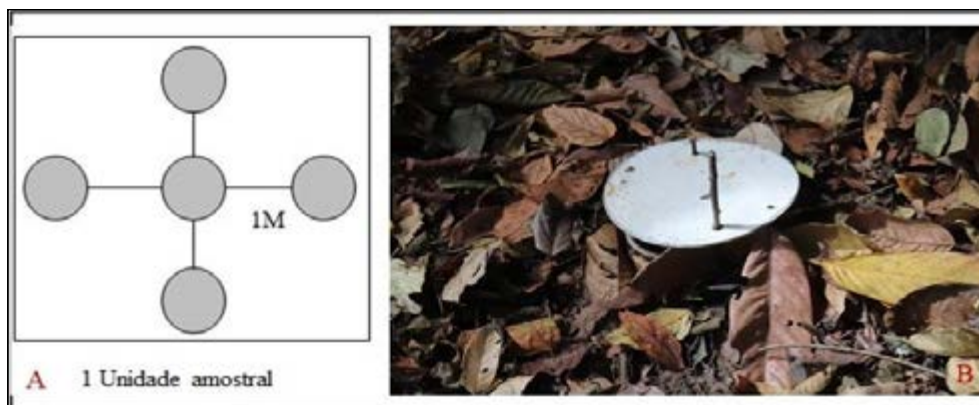
como ombrófila densa (VELOSO *et al.*, 1992), observando a ocorrência de representantes da família Myrtaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Bromeliaceae, Orchidaceae, Celastraceae e Erythroxylaceae (ARAÚJO *et al.*, 2007) aumento da riqueza de espécies vegetais em função do aumento da altitude (SILVEIRA *et al.*, 2020).

2.2 Amostragem

A amostragem ocorreu durante o período de agosto de 2020 a agosto de 2021, perfazendo 13 coletas mensais em cada uma das áreas de pesquisa, por meio de armadilhas do tipo *Pitfalls traps* para invertebrados terrestres, onde cada armadilha permaneceu operante por 7 dias/mês.

Cada conjunto de 5 armadilhas (bateria) (Figura 1) constituiu uma unidade amostral (CARVALHO, 2015). Ao todo, foram instaladas 10 baterias de *pitfalls trap* em cada ponto do gradiente altitudinal, totalizando 50m² de área amostrada/ponto do gradiente. As baterias foram instaladas em forma linear, com espaçamento mínimo de 10m entre cada bateria, evitando-se assim pseudoreplicação espacial (HURLBERT, 1984).

Figura 1 – Esquema de bateria de *pitfalls traps* instalada em cada ponto amostral



Fonte: AZEVEDO (2020).

Cada *pitfall trap* consistiu em um recipiente plástico (10 X 15 cm de profundidade), enterrado ao nível do solo, no qual foi colocado 400 mL de solução salina supersaturada (1Kg de sal de cozinha por litro de água), além de gotas

de detergente neutro visando quebrar a tensão superficial da água (CARVALHO, 2015). Acima de cada *pitfall trap*, foi instalado um telhado improvisado à base de isopor, fixado com palitos de churrasco, evitando assim a incidência excessiva de luz solar sob os *pitfalls traps*, bem como ajudar a reduzir os materiais diversos que eventualmente caem nos *pitfalls traps*, como folhas e animais (vertebrados) que caem no interior das armadilhas (CARVALHO, 2015).

2.3 Análises estatísticas

Os aracnídeos coletados em cada bateria de *pitfall trap* (CARVALHO, 2015) foi considerado uma unidade amostral (N unidades amostrais = 50), de modo que os dados obtidos foram organizados em matrizes de abundância em função das unidades amostrais e matriz de abundância em função dos extratos altitudinais (374, 600, 700, 855 e 1.114 m). Tais valores representam o somatório dos dados referentes ao período compreendido entre agosto de 2021 e agosto de 2022, totalizando 13 meses de unidades amostrais.

A delimitação da variação anual da pluviosidade (período chuvoso e seco) foi realizada por meio da média histórica anual, do período compreendido entre 2000-2019, obtidos pela Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME, 2022). A variação anual da pluviosidade dos três municípios foi mensurada por meio de uma Anova de Medidas Repetidas – Repeated Measures Anova (ZAR, 1984).

A partir dos dados históricos mensais, foi calculado a variação média da pluviosidade relativa a cada um dos três municípios para que possa mensurar como a abundância dos aracnídeos são correlacionadas isoladamente com a variação da pluviosidade mensal, utilizando-se a correlação de Pearson (ZAR, 1984).

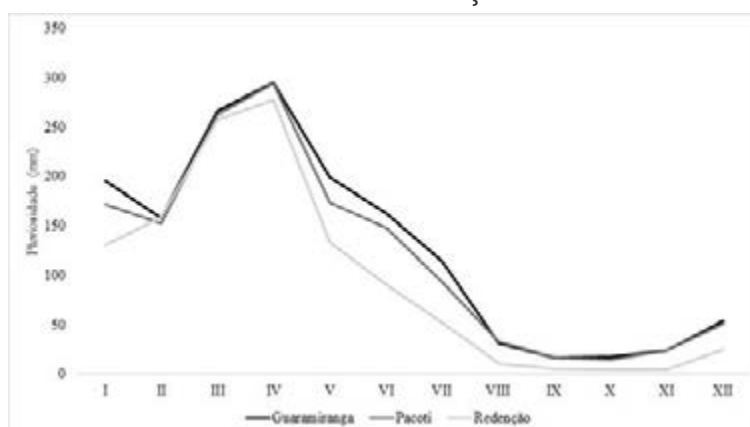
Posteriormente, objetivando mensurar os efeitos do gradiente de altitude na pluviosidade e conseqüentemente abundância dos aracnídeos, realizou-se um Modelo Linear Generalizado do tipo misto (CRAWLEY, 2013), tendo como variável de efeito aleatório a altitude. Diferenças na abundância ao longo do período anual foram testadas por meio do teste de Kruskal-Wallis (ZAR, 1984).

O GLM misto também foi calculado por meio do Software R (R CORE TEAM, 2020), utilizando-se os pacotes Lme4 (BATES *et al.*, 2015) e DHARMA (HARTIG, 2022).

3 RESULTADOS

Os dados pluviométricos obtidos para os municípios de Redenção, Pacoti e Guaramiranga exibem maior volume de chuvas nos três municípios no período de fevereiro ao final de abril (Figura 1), de modo que o maior volume observado corresponde a transição entre os meses de março e abril. Observa-se menores valores de pluviosidade para o município de Redenção. Foi observado que os variação anual média do volume pluviométrico difere entre os municípios (Anova Repeated Measures, $F = 17,44$, $p < 0,05$) (Figura 1).

Figura 2 – Padrões de pluviosidade para os municípios de Guaramiranga, Pacoti e Redenção



Fonte: autoria própria.

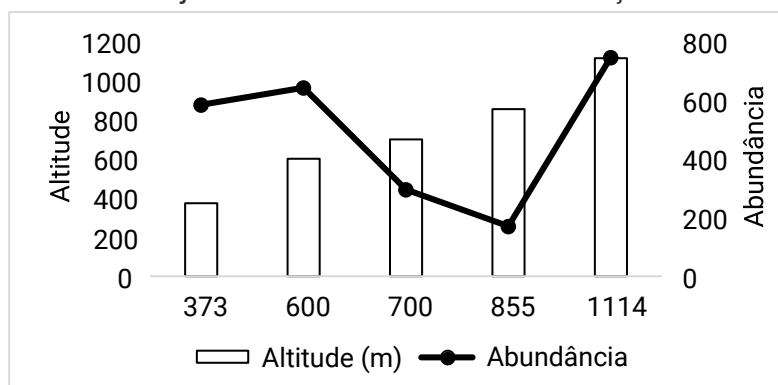
Em função dos extratos altitudinais, observa-se que Araneae e Opilliones estão presentes em todos os extratos altitudinais estudados (Tabela 2), e que Araneae apresentou maior abundância do que os outros táxons coletados. Isoladamente, observa-se que a abundância dos aracnídeos apresenta correlação fraca e não significativa com o aumento da altitude (Figura 3), $p > 0,05$. A variação da abundância exibiu significância estatística (Kruskal-Wallis = 23,88, $p < 0,001$).

Tabela 2 – Abundância dos aracnídeos edáficos coletados por meio de armadilhas *pitfalls traps* em uma área de Brejo de Altitude no Maciço do Baturité, Ceará

Ponto	Altitude (m)	Latitude	Longitude
01	374	S 04°14'23,2''	W 38° 45'55,4''
02	600	S 04°13'51,7''	W 38° 49'33,5''
03	700	S 04° 13'45,5''	W 38° 53'27,9''
04	855	S 04° 15'50,2''	W 38° 54'56,9''
05	1.114	S 04° 12'50,9''	W 38° 57'59,0''

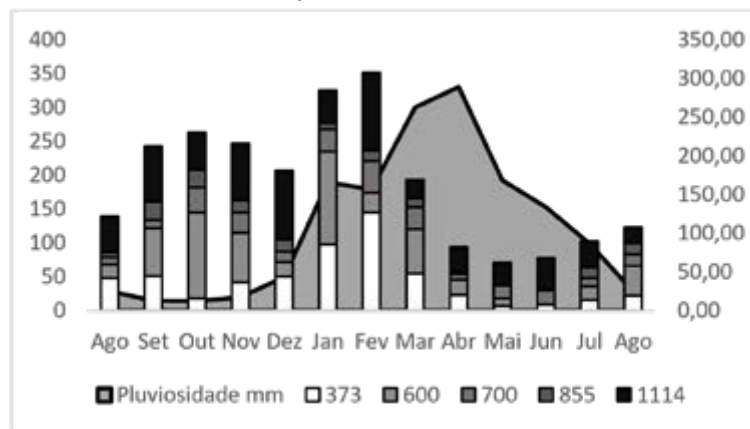
Fonte: autoria própria.

Figura 3 – Correlação entre abundância dos aracnídeos e variação da altitude em uma área de Brejo de Altitude inserida no Maciço do Baturité, Ceará



Fonte: autoria própria.

Contudo, a variação da abundância correlacionada com a variação da pluviosidade em função da altitude como covariável, exibe significância estatística ($p < 0,001$) (Figura 4). Observa-se também a abundância dos aracnídeos aumentam em resposta ao aumento da pluviosidade (período compreendido entre dezembro e fevereiro). No entanto, observa-se que a abundância também tende a diminuir a partir do pico pluviométrico maior durante o período compreendido entre março e abril.

Figura 4 – Variação populacional de aracnídeos edáficos em função da pluviosidade

Fonte: autoria própria.

4 DISCUSSÃO

Áreas montanhosas inseridas em domínio semiárido, em especial no Bioma Caatinga não apresentam temperaturas baixas extremas como em montanhas em áreas temperadas e sim apresentam tendência a ter pluviosidade correlacionada com o aumento da pluviosidade (BARRY, 2008). Essa tendência existente no aumento da pluviosidade em função do aumento da altitude caracteriza a ocorrência dos Brejos de Altitude no semiárido brasileiro (PRADO, 2003; LEAL *et al.*, 2005).

O aumento da pluviosidade nos Brejos de Altitude decorrente do aumento da altitude faz com que ocorra aumento da riqueza de espécies de plantas, sobretudo no gradiente altitudinal estudado (SILVEIRA *et al.*, 2020). Esse aumento da riqueza de espécies de plantas permite o aumento de áreas utilizadas para forrageio, refúgio, acasalamento (FOELIX, 1996; BECCALONI, 2009), conseqüentemente, também aumenta a quantidade de artrópodes que podem ser utilizados como presas pelos aracnídeos. Esse fato é evidenciado sobretudo em aranhas que são mais dependentes da estrutura física do ambiente do que da disponibilidade de presas (SRIVASTAVA *et al.*, 2008), bem como, em escorpiões (CUNHA *et al.*, 2022).

No entanto, nos Brejos de Altitude ou Florestas Perenifólias associadas a altitude, também é reportado que a correlação entre a pluviosidade e o aumento

da abundância dos insetos / aracnídeos não é expresso de forma significativa (AZEVEDO *et al.*, 2020). Isso pode ser atribuído a um reflexo da história natural das espécies existentes, resultando da adaptação à pluviosidade constante existente no local.

No domínio semiárido brasileiro, a ocorrência do aumento da pluviosidade permite o aumento da biomassa vegetal (na forma de folhas) e conseqüentemente o aumento da atividade de insetos herbívoros (MOURA *et al.*, 2006a; MOURA *et al.*, 2006b; NUNES *et al.*, 2011) e posteriormente e até mesmo concomitante, o surgimento de predadores (VASCONCELLOS *et al.*, 2010) como resposta ao aumento da densidade e atividade das presas.

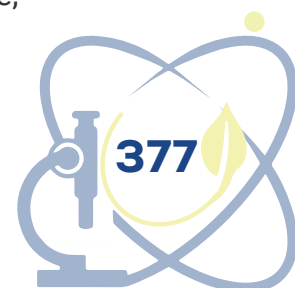
Essa resposta do aumento da abundância de aracnídeos pode acontecer de forma atrasada em relação ao aumento da pluviosidade, isto é, pode demorar de dois à três meses posteriores ao início das chuvas, como demonstrado para área de Caatinga (CARVALHO *et al.*, 2015). Esse atraso sugere que além da oferta alimentar, os aracnídeos esperam que as condições climáticas, sobretudo pluviosidade e umidade (CARVALHO *et al.*, 2015) se tornem mais favoráveis, evitando a desidratação, contribuindo para o aumento da atividade/densidade.

Desse modo, o presente trabalho permite inferir que a altitude é um fator que promove alterações não só na pluviosidade, mas na flora e nos padrões de abundância e história natural dos aracnídeos observados. Devido a sua escassez e fragilidade, visto que os Brejos de Altitude constituem formações relictuais de Mata Atlântica, se faz cada vez mais necessário iniciativas que fomentem a proteção desses ecossistemas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA-NETO, Mário; MACHADO, Glauco; PINTO-DA-ROCHA, Ricardo; GIARETTA, Ariovaldo. Harvestman (Arachnida: Opiliones) species distribution along three Neotropical elevational gradients: an alternative rescue effect fo explain Rapoport's rule? **Journal of Biogeography**, [s. l.], v. 33, n. 2, p. 361-375, 2006. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2699.2005.01389.x>. Acesso em: 10 set. 2021.

ARAÚJO, Francisca Soares *et al.* Efeito da variação topoclimática e estrutura da vegetação da serra de Baturité, Ceará. *In*: OLIVEIRA, Teógenes Senna de;



ARAÚJO, Francisca Soares (ed.). **Diversidade e conservação da biota da Serra de Baturité, Ceará**. Fortaleza: UFC/COELCE, 2007. p. 73-136.

AZEVEDO, Raul *et al.* Anticipated or delayed responses to rainfall: Effects of rainfall on arthropods assemblage in an enclave of evergreen forest. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 9, n. 12, p. e47291210923, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i12.10923>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/10923>. Acesso em: 10 set. 2021.

BARRY, Roger Graham. **Mountain Weather and Climate**. New York: Cambridge University Press, 2008.

BATES, Douglas *et al.* Fitting linear mixed-effects models using lme4. **Journal of Statistical Software**, [s. l.], v. 67, n. 1, p. 1-48, 2015. DOI: <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>. Disponível em: <https://www.jstatsoft.org/index.php/jss/article/view/v067i01>. Acesso em: 10 set. 2021.

BECCALONI, Jan. **Arachnids**. London: Natural History Museum, 2009.

BROOKS, Thomas *et al.* Global biodiversity conservation priorities. **Science**, [s. l.], v. 313, n. 5783, p. 58-61, 2006. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1127609>. Acesso em: 10 set. 2021.

CARVALHO, Leonardo *et al.* Climatic variables do not directly predict spider richness and abundance in Semiarid Caatinga vegetation, Brazil. **Environmental Entomology**, [s. l.], v. 44, n. 1, p. 54-63, 2015. Disponível em: <https://academic.oup.com/ee/article/44/1/54/2464615?>. Acesso em: 10 set. 2021.

CARVALHO, Leonardo. Aracnídeos: quem são, por que estudá-los e como coletá-los? In: LIMA, Mauro; CARVALHO, Leonardo; PREZOTO, Fábio. (ed.). **Métodos em Ecologia e Comportamento Animal**. Teresina: EDUFPI, 2015. p. 103-140.

CRAWLEY, Michael John. **The R Book**. 2. ed. West Sussex: Wiley, 2013.

CUNHA, Henrique *et al.* Can contrasting habitats influence predatory behavior in tropical forest scorpions? **Acta Ethologica**, [s. l.], v. 25, p. 107-113, 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10211-022-00390-5>. Acesso em: 10 set. 2021.

FOELIX, Rainer. **Biology of Spiders**. 2. ed. New York: Oxford University Press, 1996.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA. **Séries Históricas – Dados**



Pluviométricos. Disponível em: http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/Download_de_series_historicas/Downloa dChuvasPublico.php. Acesso em: 10 set. 2021.

HARTIG, Florian. **DHARMA:** residual diagnostics for hierarchical (multi-level / mixed) regression models. 2022. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/DHARMA/vignettes/DHARMA.html>. Acesso em: 10 set. 2021.

HURLBERT, Stuart. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. **Ecological monographs**, [s. l.], v. 54, n. 2, p. 187-211, 1984. Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2307/1942661>. Acesso em: 10 set. 2021.

LEAL, Inara Roberta *et al.* Changing the course of biodiversity conservation in the Caatinga of Northeastern Brazil. **Conservation Biology**, [s. l.], v. 19, p. 701-7016, 2005. Disponível em: <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1523-1739.2005.00703.x>. Acesso em: 10 set. 2021.

MC CAIN, Christy. Area and mammalian elevational diversity. **Ecology**, [s. l.], v. 88, p. 76-86, 2007. Disponível em: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/0012-9658%282007%2988%5B76%3AAAMED%5D2.0.CO%3B2>. Acesso em: 10 set. 2021.

MOURA, Flávia Maria da Silva *et al.* Feeding habit of *Constrictotermes cyphergaster* (Isoptera, Termitidae) in an area of Caatinga, Northeast Brazil. **Sociobiology**, [s. l.], v. 48, p. 21-26, 2006a. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Feeding-habit-of-Constrictotermes-cyphergaster-in-Moura-Vasconcellos/5dbb60eae13b5b0256d810f3da2bab3bf517406a>. Acesso em: 10 set. 2021.

MOURA, Flávia Maria da Silva *et al.* Seasonality in foraging behaviour of *Constrictotermes cyphergaster* (Termitidae, Nasutitermitinae) in the Caatinga of northeastern Brazil. **Insectes Sociaux**, [s. l.], v. 53, n. 4, p. 472-479, 2006b. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00040-005-0899-0>. Acesso em: 10 set. 2021.

NOGUEIRA, André do Amaral *et al.* Spider (Arachnida-Araneae) diversity in an amazonian altitudinal gradient: are the patterns congruent with mid-domain and rapoport effect predictions? **Biota Neotropica**, [s. l.], v. 21, n. 4, p. e20211210, 2021a. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bn/a/4xRn7rNjxy4N3Xqg8rmJysL/>. Acesso em: 10 set. 2021.

NOGUEIRA, André do Amaral *et al.* Beta diversity along an elevational gradient at the pico daneblina (Brazil): is spider (Arachnida-Araneae) community

composition congruent with the guayana region elevational zonation? **Diversity**, [s. l.], v. 13, n. 12, p. 1-17, 2021b. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-2818/13/12/620>. Acesso em: 10 set. 2021.

NUNES, Francyregis Araújo *et al.* Ground-foraging ants (Hymenoptera: Formicidae) and rainfall effect on pitfall trapping in a deciduous thorn woodland (Caatinga), Northeastern Brazil. **Revista de Biología Tropical**, [s. l.], v. 59, n. 4, p. 1637-1650, 2011. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-646539>. Acesso em: 10 set. 2021.

PRADO, Darién. As caatingas da América do Sul. *In*: LEAL, Inara Roberta; TABARELLI, Marcelo; SILVA, José Maria Cardoso da. (ed.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003. p. 3-73.

R CORE TEAM. **R Core Team**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Viena, 2020. Disponível em: <https://www.rproject.org/>. Acesso em: 15 jan. 2020.

SILVA, José Maria Cardoso da *et al.* The Caatinga: understand the challenges. *In*: SILVA, José Maria Cardoso da; LEAL, Inara Roberta; TABARELLI, Marcelo. (ed.). **Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America**. Cham, Switzerland: Springer Nature, 2017. p. 3-22.

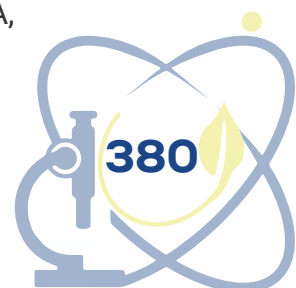
SILVEIRA, Andréa Pereira; *et al.* Flora of Baturité, Ceará: a wet island in the Brazilian semiarid. **Floresta e Ambiente**, [s. l.], v. 27, n. 4, p. e20180320, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/loram/a/XRG3JfVWdmJjKnWJTJmYp6k/?lang=en>. Acesso em 10 set. 2021.

SRIVASTAVA, Diane *et al.* Why are predators more sensitive to habitat size than their prey? Insights from Bromeliad Insect Food Webs. **American Naturalist**, [s. l.], v. 172, n. 6, p. 761-771, 2008. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/592868>. Acesso em: 10 set. 2021.

STEINBAUER, Manuel J. *et al.* Topography-driven isolation, speciation and a global increase of endemism with elevation. **Global Ecology and Biogeography**, [s. l.], v. 25, n. 9, p. 1097-1107, 2016. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/geb.12469>. Acesso em: 10 set. 2021.

VASCONCELLOS, Alexandre *et al.* Seasonality of insects in the semi-arid Caatinga of northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, [s. l.], v. 54, p. 471-476, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbent/a/jnzDQbRthpnNGG3FLhgrRfn>. Acesso em: 10 set. 2021.

VELOSO, Henrique Pimenta; RANGEL FILHO, Antonio Lourenço Rosa; LIMA,



Jorge Carlos Alves. **Classificação da Vegetação Brasileira adaptada à um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamentos de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1992.

WERNECK, Fernanda P. The diversification of eastern South American open vegetation biomes: Historical biogeography and perspectives. **Quaternary Science Reviews**, [s. l.], v. 30, n. 13/14, p. 1630-1648, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0277379111000813?via%3Dihub>. Acesso em: 10 set. 2021.

ZAR, Jerrold H. **Biostatistical analysis**. 2. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1984.



MODELOS INDIVIDUAIS DE PREVISÕES DE SÉRIES TEMPORAIS

Séphora Fernandes Moreira¹

Paulo Renato Alves Firmino²

RESUMO

Devido o avanço dos estudos científicos, é cada vez mais comum inferir não apenas eventos passados ou do presente, mas também do futuro. Esse fato se dá aos inúmeros estudos que vêm sendo realizado com a modelagem estatística, uma vez que os resultados das pesquisas podem oferecer suporte técnico especializado na série temporal analisada, retornando uma resposta ágil e de qualidade. É comum que os modelos de inferência sejam otimamente ajustados aos dados disponíveis, um preditor por vez, como usualmente ocorre com ANN- Redes Neurais Artificiais, ARIMA- Modelo Autoregressivo de Médias Móveis, GARCH- Modelo de Heteroscedasticidade Condicional Autoregressivo Generalizado, SVM- mas também podem ser desenvolvidos combinadores de preditores, como aqueles baseados em combinação via média, mediana e mínima variância. Na construção civil, assim como em outras áreas de atuação profissional, são inúmeras as possibilidades de aplicação desses modelos. Este trabalho é desenvolvido para tratar da parcimônia dos modelos ANN, ARIMA, GARCH, SVM- Máquina de Vetores de Suporte, e combinação via MEDIA, MEDIANA E MÍNIMA VARIÂNCIA tendo como base de dados o Custo Básico Unitário do Ceará, para uma residência de padrão R-8. Como resultado, argumenta-se que é possível utilizar a ferramenta de previsão para tomada de decisões acerca de dados do futuro.

Palavras-chave: séries temporais; ANN; GARCH; SVM; ARIMA.

¹ Estudante de Engenharia Civil da Universidade Federal do Cariri (UFCA), sephora.fernandes@aluno.ufca.edu.br

² Centro de Ciência e Tecnologia (CCT), Universidade Federal do Cariri (UFCA), paulo.firmino@ufca.edu.br



ABSTRACT

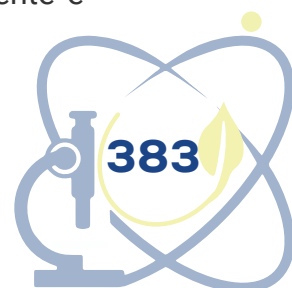
Due to the advancement of scientific studies, it is increasingly common to infer not only past or present events, but also from the future. This fact is due to the numerous studies that have been carried out with statistical modeling, since the results of the research can offer specialized technical support in the analyzed time series, returning an agile and quality response. It is common for inference models to be optimally adjusted to the available data, one predictor at a time, as is usually the case with ANN- Artificial Neural Networks, ARIMA- Autoregressive Moving Average Model, GARCH- Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity Model, SVM- but also predictor combinators can be developed, such as those based on combination via mean, median and minimum variance. In civil construction, as well as in other areas of professional activity, there are countless possibilities for applying these models. This work is developed to deal with the parsimony of the ANN, ARIMA, GARCH, SVM- Support Vector Machine models, and combination via MEDIA, MEDIAN AND MINIMUM VARIANCE, having as a database the Basic Unit Cost of Ceará, for a standard residence K-8. As a result, it is argued that it is possible to use the forecasting tool to make decisions about future data.

Keywords: time series; ANN; GARCH; SVM; ARIMA.

1 INTRODUÇÃO

Devido ao cenário mundial atual e aos acontecimentos recentes, muitos têm sido os desafios econômicos e naturais. A sociedade vem enfrentando transtornos socioambientais, que causam dificuldades relacionadas aos investimentos pessoais, bem como a todos os aspectos relacionados à natureza. Diante dessa problemática, é preciso cautela ao investir em novos negócios, principalmente quando relacionados à natureza, como plantações e comércio ligado ao agronegócio. Para tanto, a possibilidade de estudar os comportamentos de variáveis relacionadas a essas problemáticas da construção é vista como um possível direcionador de tomada de decisões.

O custo unitário básico, CUB, é usado pelos profissionais da engenharia para analisar os valores da edificação nas regiões brasileiras (NBR 12.721/21). Essa variável serve como um direcionador de planejamento de construção de residências em diferentes áreas residenciais, como também de condomínios comerciais, já que ela proporciona dados que demonstram quanto custaria para realização dessa ação, dados estes, que são analisados mensalmente e



publicados em sites de sindicatos regionais.

Séries temporais são um conjunto de observações ordenadas no tempo (MORETTIN, 2006), devem ser estudadas com mais rigor e qualidade para proporcionar resultados seguros para a sociedade, pois elas podem trazer informações pertinentes sobre diversos assuntos. Como citado anteriormente, o estudo do CUB (Série financeira estudada com o parâmetro de R\$/m²) pode auxiliar engenheiros a compreender o mercado da construção civil, proporcionando segurança em relação ao futuro. Para que o estudo seja feito de forma efetiva e eficaz é preciso analisar formalismos estatísticos para modelagem individual e combinada (CLEMEM, 1989). Para o estudo numérico, anteriormente podem ser usadas linguagens como R, que oferece diversos pacotes e funções de modelos estatísticos que irão auxiliar na construção e otimização da previsão da série temporal (CASTAÑEDA, 2017). Dentre os modelos de previsão, podem ser citados citar o ANN (sigla para *Artificial Neural Networks*), que vêm se destacando devido a forma pela qual o conhecimento empírico sobre um fenômeno físico ou ambiente de estudo pode ser compreendido e analisado através de treinamento (HAYKIN, 1994), sendo capaz de modelar um sistema complexo de processamento de informação. Há ainda o formalismo de Cópulas, devido a sua capacidade de estudar as medidas de dependência livres de escala, além de ser capaz de construir famílias de distribuição bivariada para os modelos (FISHER, 1997).

Este trabalho busca analisar e modelar a série temporal do Custo Unitário Básico do Ceará através de modelos individuais e combinados.

2 JUSTIFICATIVA

Quando se pretende estudar séries temporais, ou seja, variáveis que devem ser estudadas em função do tempo, é preciso que se encontre métodos eficazes que possam intervir sobre a incerteza do futuro e dos dados aleatórios que possam ser encontrados no meio do processo; por isso, é essencial uma metodologia científica qualificada, com modelos e equações que visam obter as melhores previsões (FLORIANO, 2006).

Por esta razão, estudos como este são cada vez mais realizados, já que podem ser utilizados para dar embasamento científico para tomadas de

decisões acerca do futuro. Vale salientar ainda que também é preciso verificar as características da série, como a sazonalidade e tendência, pois o estudo em campos de pesquisas difere quanto ao código de modelagem para esse tipo de problema, o ruído branco, que interfere no resultado final, podendo desta forma encontrar a melhor possibilidade de trabalhar com os dados.

Discorrendo ainda sobre a importância da previsão temporal, é importante abordar esse assunto no campo da construção civil. Nas engenharias, pode-se observar diversas possíveis variáveis para estudar. O CUB, por exemplo, pode informar a viabilidade de um investimento financeiro, uma vez que ele oferece valores de referência para a construção de obras de diferentes portes, estimando valores e custos para o investimento, baseando no local desejado.

Este trabalho pode ser usado também para analisar outros dados da construção civil, bem como de outros campos de estudo multidisciplinar, que visam a adoção de indicadores socioeconômicos (KRAJNC, 2005). Para este relatório, será analisado o estudo sobre o valor de custo de uma construção por metro quadrado de uma residência no estado do Ceará, para que dessa forma, possa ser viável analisar os impactos na construção de projetos no futuro,

O estudo de séries temporais pode analisar diversos assuntos e variáveis (BARRERAROLDÁN, 2002). Assim, a otimização de modelos estatísticos-computacionais acaba tornando-se imprescindível para a solução e previsão de problemas diversos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CUB

O CUB é utilizado pelo campo da construção civil como auxiliador de cálculo de orçamento de projetos de construção de comércios e imóveis, já que ele oferece dados acerca de valores para a construção em várias regiões brasileiras. Ele tem embasamento legal, descrito na lei federal 4.591 de 16 de dezembro de 1964, assim como embasamento técnico, ABNT NBR 12721:2006, que auxiliam os cálculos e a apresentação dados obtidos para apuração do CUB. Este indicador é medido mensalmente.



3.2 ARIMA

O ARIMA analisa o potencial do modelo, para que depois possa prever os valores para a série temporal escolhida para o estudo (PINTO, 2008). O modelo autoregressivo de médias móveis integrado é estudado a partir de três variáveis (p, d, q), sendo p o número de parâmetros autoregressivos (AR), d o número de diferenciações para série estacionarizar (I) e q o número de parâmetros de médias móveis (MA). As Equações 1, 2 e 3, são: o modelo autoregressivo (AR), de médias móveis (MA) e autoregressivo de médias móveis (ARMA), respectivamente, e a partir delas foi possível chegar à Eq. 4, do ARIMA.

$$Y_t = \phi Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \epsilon_t \quad (1)$$

$$Y_t = \mu + \epsilon - \theta_1 \epsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \epsilon_{t-q} \quad (2)$$

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \epsilon - \theta_1 \epsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \epsilon_{t-q} \quad (3)$$

em que $\{\phi_i\}_{i=1}^p$ e $\{\theta_j\}_{j=1}^q$ são, respectivamente, os parâmetros das componentes AR(p) e MA(q), e ϵ é o erro aleatório intrínseco ao modelo e μ é o intercepto do modelo. Quanto ao ARIMA, tem-se

$$W_t = \phi_1 W_{t-1} + \dots + \phi_p W_{t-p} + \epsilon - \theta_1 \epsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \epsilon_{t-q} \quad (4)$$

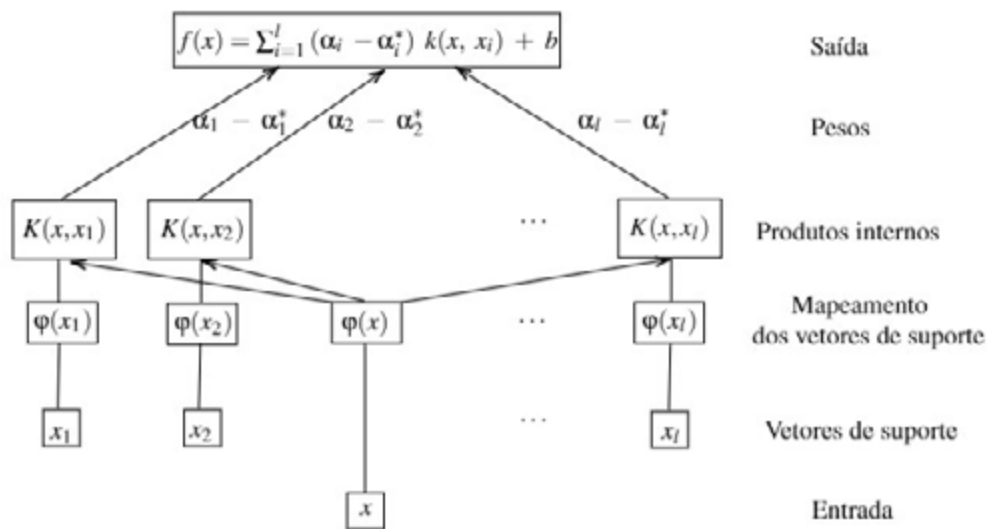
em que $W_t = Y_t - Y_{t-1}$ representa a primeira diferença (I=1) no tempo t da série. Mais de uma diferenciação é também possível.

3.3 SVR

O SVR, a parte regressiva do SVM, trabalha a partir da mudança do espaço, ou seja, transforma a entrada dos dados em um espaço de alta dimensão, o qual pode armazenar as informações contidas na mesma (MITCHELL, 1997). Essa transformação leva a uma diferença não linear entre os dados de entrada e saída, que cria um espaço de alta dimensão. O SVR utiliza os dados prévios da série para estimação seus parâmetros, o que propicia um problema de otimização do modelo. Para otimizar a função é preciso escolher os seus parâmetros, entre eles podem-se destacar o custo (C), que possibilita o equilíbrio entre os erros de treinamento e as margens rígidas, flexibilizando a segregação das regiões dos espaços de possibilidades das variáveis estudadas, e o Gamma (γ) que assim como o custo controla os limites de decisão, flexibilizando o preditor. Em seguida o modelo vai

prever a saída dos dados por meio da arquitetura do SVR (ver Figura 1).

Figura 1 – Arquitetura do modelo o SRV



Fonte: Google Imagens.

3.4 ANN

O ANN, também chamado de Redes Neurais Artificiais é um modelo de processamento paralelo distribuído de dados baseado no funcionamento do cérebro humano, sendo formado pelas unidades de processamento simples, que armazenam conhecimentos adquiridos no processamento de dados, para posteriormente deixá-los prontos para ser utilizados (HAYKIN, 2001). Dessa forma, ele busca modelar o sistema de dados através da decodificação das informações das séries temporais/ espaços estudados. Seu funcionamento se dá por meio de três ações, o que acontece similarmente ao cérebro humano:

- (i) O modelo recebe os estímulos (Dados) externos;
- (ii) A partir desses dados, estes estímulos são ponderados e analisados, realizando operações agregativas simples;
- (iii) Após o processamento da informação ser realizado, a partir de operações eventualmente mais sofisticadas, gerando as respostas sobre o modelo aos estímulos recebidos inicialmente. Naturalmente, as respostas de um neurônio podem ser os estímulos de outro, configurando assim a rede neural.

A aprendizagem é realizada a partir da análise do exemplo, e depois é generalizada, podendo ser realizada através de aprendizado supervisionado, onde existe um professor, ou não supervisionado, a máquina aprende a partir das suas próprias interações. Esta habilidade está diretamente interligada com a sua estrutura de funcionamento, onde as unidades estão dispostas em um arranjo espacial composto por camadas que estabelecem conexões entre si, estas por sua vez podem ser associadas aos pesos sinápticos, permitindo o armazenamento de informações de acordo com sua relevância para o modelo, ponderando as saídas e entradas de cada neurônio da rede (BRAGA; CARVALHO; LUDEMIR, 2007).

Na literatura é possível encontrar diferentes redes neurais, onde cada uma delas funciona com suas particularidades e podem ser utilizadas por métodos de análises diferentes. Dentre essas, podemos citar Redes Multilayer Perceptron (HAYKIN, 2001) e Redes Recorrentes (HAYKIN, 2009).

3.5 GARCH

O GARCH (p, q), proposto por Bollerslev (1986), também chamado de modelo heteroscedástico condicional autoregressivo generalizado, trata-se da generalização do ARCH (q) (ENGLE, 1982), ele pode ser utilizado para retornar a volatilidade da série temporal com menos parâmetros do que o modelo ARCH (q). Este modelo é normalmente utilizado para a modelagem de séries temporais financeiras, uma vez que ele é especialista em dados com volatilidade, podendo utilizar dados passados para aprender sobre os futuros. O seu diferencial é capacidade de incorporar características das séries financeiras às suas estruturas, como a acomodação de caudas pesadas ou até mesmo a autocorrelação entre os quadrados de retorno dos dados (FIORUCI, 2012). O GARCH (p, q) é definido como:

$$\sigma_{i|t-1}^2 = \omega + \beta_1 \sigma_{i-1|t-2}^2 + \dots + \beta_p \sigma_{i-p|t-p-1}^2 + \alpha_1 r_{t-1}^2 \quad (5)$$

$$+ \alpha_2 r_{t-2}^2 + \dots + \alpha_q r_{t-q}^2 \quad (6)$$

em que $\omega > 0$, $\alpha_i \geq 0$, $\beta_i \geq 0$. As constantes do modelo, α_i e β_i são calculadas utilizando Regressão Linear.

3.6 Combinadores

Os modelos combinados via Média, Mediana e Mínima Variância são calculados a partir dos valores resultantes nas previsões de cada modelo. Matematicamente temos:

$$m\u00e9dia = \frac{\sum_{t=1}^n \hat{y}_t}{n} \quad (7)$$

Onde, n é o n\u00famero de observa\u00e7\u00f5es e o \hat{y}_t \u00e9 os valores de previs\u00e3o.

$$\hat{y}_{n+1}, n \text{ \u00edmpar}$$

$$mediana = f(x) = \left\{ \begin{array}{l} \hat{y}_{n+1}, n \text{ \u00edmpar} \\ \hat{y}_n, n \text{ par.} \end{array} \right. \quad (8)$$

$$\hat{y}_n, n \text{ par.}$$

$$\hat{y}_t = \sum_{i=1}^n w_i * u_{t,i} \quad (9)$$

Onde:

$$w_i = \frac{\sum_1^k a_{ii}}{\sum_1^k \sum_1^j a_{ij}} \quad (10)$$

M\u00e9tricas de desempenho s\u00e3o formas de avaliar a qualidade do modelo, refletindo seu desempenho ao prever valores da s\u00e9rie temporal sob estudo (MAKRIDAKIS, 1993). As mesmas s\u00e3o definidas a partir do erro de previs\u00e3o, ou seja, o valor real da vari\u00e1vel subtra\u00eddo (ou mesmo dividindo) do valor da previs\u00e3o do modelo. A Eq. 5 ilustra o caso da diferen\u00e7a

$$t = Y_t - \hat{Y}_t \quad (11)$$

em que Y_t é o valor correto da série no instante t e \hat{Y}_t sua previsão. Dentre as principais métricas de desempenho, destacam-se o MSE (acrônimo para *Mean Square Error*), o RMSE (acrônimo para *Root Mean Square Error*), o MAPE (sigla para *Mean Absolute Percentual Error*). Matematicamente, tem-se

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (12)$$

$$RMSE = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \right)^{1/2} \quad (13)$$

em que quanto menor o resultado do MSE ou RMSE, melhor será o modelo. Por sua vez, o MAPE é dado pela Eq. 7:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} \times 100\% \quad (8)$$

em que, assim como os outros parâmetros, quanto menor for seu valor, melhor será o modelo de previsão.

4 METODOLOGIA

Este trabalho pode ser classificado como um estudo quantitativo uma vez que se utiliza de coleta e análise de dados por meio de procedimentos estatístico, tendo a natureza aplicada, já que trabalha com práticas e interesses específicos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). O seu objetivo é exploratório - descritivo pois lida com uma parte da ciência que dispõe de métodos que têm objetivo de conhecer, analisar e intervir na realidade (TARTUCE, 2006).

Para a análise do projeto foram escolhidos os dados do CUB, Custo Básico Unitário entre os anos de 2012 e 2021, totalizando 96 observações, esses dados foram obtidos no site oficial do SIDUCON – BR, o qual realiza o levantamento dos dados mensalmente. Os dados tratam-se de valores acerca sobre a construção de imóveis de porte padrão normal R-8 no estado do Ceará.

Para começar a análise dos dados foi preciso inicialmente tratar os dados, sobre fatores importantes para o modelo probabilístico. Foi preciso ainda



normalizar a série para trabalhar com os dados no roteiro da ANN. Foram estudados os fatores de autocorrelação da série, média, variância e tipo de distribuição. Depois, definiu-se que a 80% da série seria usada para treinamento dos modelos e os 20% restantes seriam usados para avaliar as previsões dos modelos.

Para que se pudesse construir o modelo estatístico, tanto individual como combinado, foi utilizado o *software* R core Team, Rstudio. O código foi construído de maneira genérica, para que posteriormente possa ser utilizado para outros estudos, com outras séries temporais. A construção do roteiro dos modelos foi desenvolvida em etapas, as quais podem ser descritas como tratamento estatístico, separação de eventos extremos, ajustamento dos modelos, treinamento e previsão. Vale salientar que ao final do processo, o código foi revisado a fim de torná-lo mais prático e inteligível.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Abaixo, podemos observar os valores resultantes dos parâmetros de desempenho de cada modelo, seja ele individual ou combinado, para a etapa de teste e de treinamento.

Tabela 1 – Resultados MSE, MAPE e RMSE para o teste e treinamento dos modelos sobre a série financeira do CUB-CE

Modelo	MLP	LSTM	ARIMA	GARCH	SVR	MÉDIA	MEDIANA	MÍN. VARIÂNCIA
MSE-TESTE	1.373e+03	2.048e+02	1.538e+02	3.270e+02	4.576e+04	1.589e+03	1.996e+02	1.455e+02
MAPE-TESTE	3.005e-02	1.171e-02	6.442e-03	1.451e-02	1.743e-01	3.234e-02	1.088e-02	6.453e-03
RMSE-TESTE	3.705e+01	1.431e+01	1.240e+01	1.808e+01	2.139e+02	3.987e+01	1.413e+01	1.206e+01
MSE-TREINO	2.782e+03	4.479e+01	2.640e+01	6.464e+02	1.467e+05	5.083e+03	4.482e+01	7.147e+01
MAPE-TREINO	4.363e-02	4.807e-03	3.243e-03	2.061e-02	3.171e-01	5.889e-02	4.809e-03	6.198e-03
RMSE-5.275e+01 TREINO		6.692e+00	5.138e+00	2.542e+01	3.830e+02	7.129e+01	6.695e+00	8.454e+00

Fonte: autoria própria.

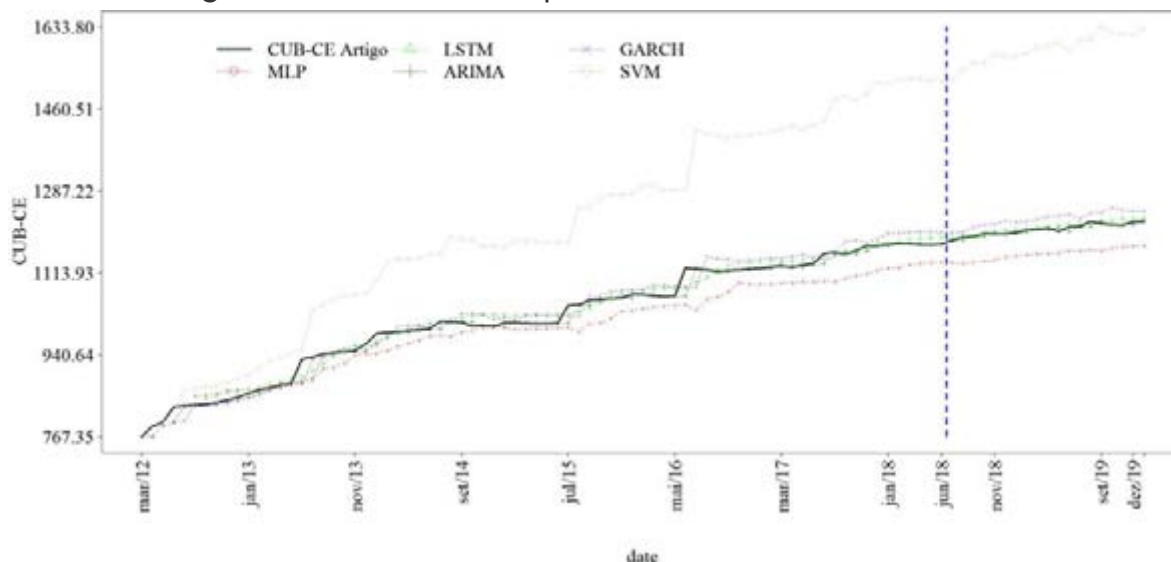
Avaliando o MSE e o RMSE, pode-se observar que os modelos apresentam resultados satisfatórios, mas existe uma divergência quando avaliado no treino e no teste, uma vez que no treino a mínima variância tem melhores resultados, já no teste o ARIMA consegue se sobrepôr sobre os outros modelos. Isso sugere problemas de overfitting (quando os modelos ficam muito bons na previsão dos dados de treinamento, mas precários em realizar estrapolações).

Já o MAPE, apresenta resultados equivalentes no teste e no treino. De acordo com esse parâmetro de métrica de desempenho, o modelo do ARIMA consegue ser mais adequado a série temporal que os outros modelos.

Os resultados de previsão com o modelo individual por SVM/SVR tem resultados inferiores quando comparado aos outros modelos, o que pode significar que os seus parâmetros de cálculo se encontram desajustados, e isto, faz o mesmo influenciar de forma negativa o modelo combinado via média, tornando-o menos ajustado a série original.

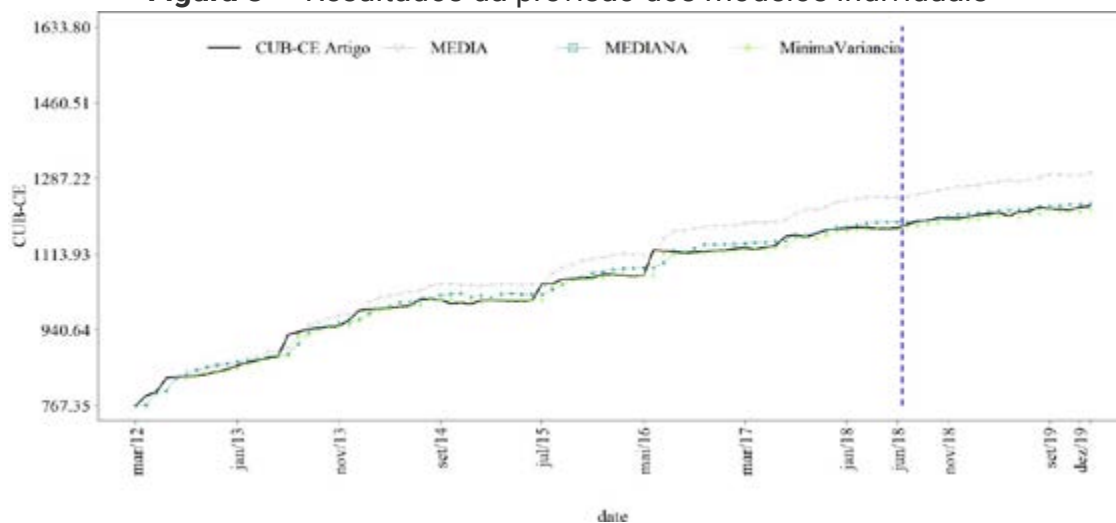
As Figuras 1 e 2 demonstram de forma visual os valores previstos de cada modelo, ao ser comparado com o valor original da série temporal do CUB-CE (linha contínua preta).

Figura 2 – Resultados da previsão dos modelos individuais



Fonte: autoria própria.

Figura 3 – Resultados da previsão dos modelos individuais



Fonte: autoria própria.

6 CONCLUSÃO

A partir deste trabalho, pode-se perceber a importância e a eficiência da previsão de séries temporais a partir de modelos mencionados neste trabalho. Essa metodologia de estudo para dados do futuro pode ser usada para tornar a tomada de decisões mais confiáveis, uma vez que trabalha com dados de incerteza, e estudando na área da engenharia civil a mesma pode ser usada para várias variáveis, como a do CUB, Custo Unitário Básico, que é muito importante na área da economia e da administração, já que é usado para determinar os custos da construção de imóveis.

É preciso ainda que outros projetos sejam desenvolvidos a partir desse trabalho, para que o ramo da estatística – computacional possa fornecer ferramentas matemáticas mais sofisticadas na área da previsão de séries temporais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, por me proporcionar a experiência acadêmica e o auxílio financeiro que me possibilitou estudar e escrever este trabalho.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12721:2021**. Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios – Procedimento.
- BACHA, Edmar Lisboa. **Revista Brasileira de Economia Política**, [s. l.], v. 14, n. 1, jan./mar. 1994.
- BARRERA-ROLDÁN, A.; SALDIVAR-VALDÉS, A. Proposal and application of a sustainable development index. **Ecological Indicators**, Elsevier, v. 2, n. 3, p. 251-256, 2002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X02000584>. Acesso em: 11 maio 2023.
- BRAGA, A. de P.; CARVALHO, A. P. de L. F. de; LUDEMIR, T. B. **Redes neurais artificiais: teoria e aplicações**. Rio de Janeiro, BR: LTC, 2007.
- BOX, G. E.; JENKINS, G. M.; REINSEL, G. C. **Time series analysis: forecasting and control**. 3. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1994.
- CLEMEN, Robert T. Combining forecasts: a review and annotated bibliography. **International Journal of Forecasting**, [s. l.], v. 5, n. 4, p. 559-583, 1989.
- CRYER, J. D.; CHAN, K. S. **Time series analysis: with applications in R**. 2. ed. New York: Springer Science+Business Media, 2008.
- FIORUCI, José Augusto. **Modelagem de volatilidade via modelos GARCH com erros assimétricos: abordagem Bayesiana**. [S. l.]: USP, 2012.
- FLORIANO, Eduardo Pagel *et al.* Ajuste e seleção de modelos tradicionais para série temporal de dados de altura de árvores. **Ciência Florestal**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 177-199, 2006.
- GENEST, C.; FRAVE, A.-C. Everything You Always Wanted to Know about Copula Modeling but Were Afraid to Ask. **Journal of hydrologic engineering**, [s. l.], v. 12, n. 4, p. 347-368, 2007.
- HAYKIN, S. **Neural networks: a comprehensive foundation**. 2. ed. New Jersey, 1994.
- KRAJNC, D.; GLAVIČ, P. A model for integrated assessment of sustainable development. **Resources, Conservation and Recycling**, Elsevier, v. 43, n. 2, 2005.
- MAKRIDAKIS, Spyros. Accuracy measures: theoretical and practical concerns. **International Journal of Forecasting**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 527-529, 1993.
- MITCHELL, T. M. **Machine learning**. Burr Ridge, IL: McGraw Hill, v. 45, p. 37, 1997.
- MORETTIN, Pedro Alberto. **Análise de séries temporais**. Edgard Blucher, 2006.

NELSEN, R. B. **An introduction to copulas**. Portland, USA: Springer, 2013.

PALIT, A. K.; POPOVIC, D. **Computational intelligence in time series forecasting: theory and engineering applications**. London: Springer-Verlag, 2005.

PINTO, P. L. A.; MAIA, S. F. Previsão do preço das commodities agrícolas brasileiras: uma abordagem por modelos univariados. *In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL - SOBER? Amazônia mudanças globais e agronegócio: O desenvolvimento em questão*, 46., 2008, Rio Branco, AC. **Anais [...]**. Rio Branco, AC: [s. n.], 2008.

TARTUCE, T. J. A. **Métodos de pesquisa**. Fortaleza: UNICE – Ensino Superior, 2006. Apostila.

WERNER, Liane; Ribeiro, José Luis Duarte. Previsão de demanda: uma aplicação dos modelos Box-Jenkins na área de assistência técnica de computadores pessoais. **Gestão & Produção**, São Carlos, SP, v. 10, n. 1, p. 47-68, 2003.

YAN, J. Enjoy the joy of copulas: with a package copula. **Journal of Statistical Software**, [s. l.], v. 21, n. 4, 2007.

ANÁLISE DE OCORRÊNCIAS ENTRE O PERÍODO DE 2019-2021 DO 2º BATALHÃO DE POLÍCIA DE MEIO AMBIENTE JUAZEIRO DO NORTE-CE

Amanda Maria Tavares Moreira¹

Luana de Freitas Libório²

Carlos Vinicius Barros Oliveira³

Jailson Renato de Lima Silva⁴

Fabiana Bezerra Correia⁵

Otoniel Moreira Leite Lima⁶

RESUMO

O aumento de crimes contra o meio ambiente é um assunto constantemente observado atualmente prejudicando a sustentabilidade e o equilíbrio de ecossistemas. Partindo do princípio de que o Batalhão de Polícia de Meio Ambiente (BPMA) visa à conservação e preservação da natureza este estudo objetiva analisar as ocorrências realizadas entre o período de 2019-2021 buscando averiguar a atuação do BPMA perante os crimes ambientais ocorridos. Como metodologia quali-quantitativa, foi realizada uma análise documental dos dados entre o período de 2019 a 2021 dos arquivos cedidos pela 2ª Companhia de Polícia de Meio Ambiente utilizados apenas com finalidade de pesquisa e separados em 6 categorias. As ocorrências do ano de 2019 se apresentaram com maior frequência no que tange todas as categorias estipuladas. O ano de 2019 teve o mês de setembro com o maior índice de apreensões totalizando 149 equipamentos sonoros. Junho de 2019 foi o mês com o maior número de apreensões com um total de 342 animais silvestres. Semelhantemente, 2019 obteve um total de 43 armas de fogo apreendidas no mês de outubro. O mês de

¹ Universidade Regional do Cariri (URCA), amanda.tavares@urca.br

² Universidade Regional do Cariri (URCA), luana.defreitasliborio@urca.br

³ Universidade Regional do Cariri (URCA), vinicius.oliveira@urca.br

⁴ Universidade Regional do Cariri (URCA), jailsonslrj@outlook.com

⁵ Universidade Regional do Cariri (URCA), fabiana.bezerra@urca.br

⁶ 2º Batalhão de Polícia de Meio Ambiente, otoniellml@hotmail.com



outubro de 2019 se destaca entre os meses comparados do ano, apresentando um total de 16 inquéritos contabilizados. O maior número de termos circunstanciados descrito no ano de 2019 está disposto no mês de novembro (15). Outubro de 2019 teve o maior número de outros procedimentos, com um total de 24. A elaboração documental de ocorrências do BPMA reforça a relevância do papel da Polícia Ambiental para com o homem-meio ambiente.

Palavras-chave: BPMA; apreensões; ocorrências.

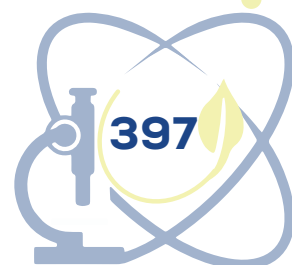
ABSTRACT

The increase of crimes against the environment is a subject constantly observed currently harming the sustainability and balance of ecosystems. Assuming that the Environmental Police Battalion (BPMA) aims at the conservation and preservation of nature, this study aims to analyze the occurrences carried out between the period 2019- 2021, seeking to investigate the performance of BPMA in the face of environmental crimes that occurred. As a qualitative-quantitative methodology, a documental analysis of the data was carried out between the period from 2019 to 2021 through the files provided by the 2nd Environmental Police Company used only for research purposes and separated into 6 categories. The occurrences of the year 2019 were more frequent regarding all the stipulated categories. The year 2019 had the month of September with the highest rate of seizures, totaling 149 sound equipment. June 2019 was the month with the highest number of seizures, with a total of 342 wild animals. Similarly, 2019 had a total of 43 firearms seized in the month of October. The month of October 2019 stands out among the months of the year compared, with a total of 16 surveys recorded. The largest number of detailed terms described in the year 2019 is available in the month of November (15). October 2019 had the highest number of other procedures, with a total of 24. The documentary elaboration of BPMA occurrences reinforces the relevance of the Environmental Police's role towards the human-environment.

Keywords: BPMA; seizures; occurrences.

1 INTRODUÇÃO

O Batalhão de Polícia de Meio Ambiente (BPMA), denominada inicialmente de Pelotão de Policiamento Ecológico, foi criada em 30 de agosto de 1991 tendo a sua sede apenas em Fortaleza e passou a ser intitulado como Companhia de Polícia Militar Ambiental (CPMA) apenas em 23 de novembro de 1998. Em 25 de outubro de 2007 foi criada legal e definitivamente a CPMA, deixando de



ser provisória. Consequentemente surgiram os 2º e 3º pelotões localizados no Ceará, em Juazeiro do Norte e em Sobral. Por força da nova Lei de Organização Básica da Polícia Militar-CE em 2012, a CPMA foi elevada à condição de Batalhão atuando na preservação e conservação da natureza (SEMA, 2019).

Dessa maneira, o BPMA opera diante desses objetivos para combater quaisquer crimes que afetem direta ou indiretamente a natureza bem como prejudiquem a qualidade de vida da população tendo em seu poder a capacidade de aplicar atos infracionais quando necessário.

As ocorrências diárias durante o ostensivo fornecem dados relevantes que podem ser analisados e verificados buscando compreender e informar a atuação do BPMA mediante ações contra crimes ambientais e a qualidade de vida da população.

Percebe-se que o aumento de crimes contra o meio ambiente é um assunto constantemente observado atualmente prejudicando a sustentabilidade e o equilíbrio de ecossistemas. Tal problema é observado a partir do momento em que a preservação ambiental se apresenta como uma temática que têm pouca adesão da sociedade no qual é perceptível pelos maus hábitos que passam de geração a geração acarretando a degradação do meio ambiente bem como a necessidade de maior inserção da educação ambiental na população (LEITE, 2013; WEBER; CENCI, 2021).

Partindo do princípio de que o Batalhão Policial de Meio Ambiente visa a conservação e preservação da natureza frente a crimes contra a natureza e, conseqüentemente, a desfavor da qualidade de vida da população este estudo objetiva analisar as ocorrências realizadas entre o período de 2019-2021 partindo de uma investigação documental buscando averiguar a atuação do BPMA perante os crimes ambientais ocorridos dentro do recorte temporal.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Essa pesquisa se classifica como quali-quantitativa, do tipo bibliográfica, descritiva e documental por utilizar dados baseados na literatura e somá-los com os resultados obtidos na averiguação nos livros de ocorrência sendo que tais dados não sofreram nenhum tratamento analítico e estão sujeitos a fornecerem

os dados necessários para o objetivo pretendido (GIL, 2002; LUDKE; ANDRÉ, 2013). Os dados analisados foram coletados entre o período de 2019 a 2021 através dos arquivos cedidos pela 2ª Companhia de Polícia de Meio Ambiente utilizados apenas com finalidade para a pesquisa e separados em 6 categorias: “equipamentos sonoros apreendidos”, “animais silvestres apreendidos”, “armas de fogo apreendidas”, “número de inquéritos policiais realizados”, “número de termos circunstanciais de ocorrência realizados” e “outros procedimentos”. Para a construção gráfica, foi utilizado o programa *Excel*v.2013.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A Polícia Ambiental (PA) é uma esfera do poder público dotado de deveres relacionados a proteção de meio ambiente frente a crimes que agridam o meio ambiente visando a sua preservação e conversação além da manutenção da qualidade de vida da sociedade. Nessa conjuntura Lima, de Souza Ferreira e Teixeira (2018) definem como crime ambiental toda e qualquer atividade humana ilícita e contrária as leis no qual atinge os preceitos da jurisdição ambiental.

Cabe destacar que as violações relacionadas à natureza podem ser admitidas ao indivíduo, ao coletivo e as empresas tornando-se cabível as ações necessárias frente à exploração da natureza (BOLDT, 2021). Tais políticas públicas direcionadas à redução de crimes ambientais estão relacionadas a políticas de comando e controle bem como o mercado de certificados transacionáveis que se baseiam em economistas como Arthur Cecil Pigou (1877-1959) e Ronald Harry Coase (1910-2013) (SALLES; MATIAS, 2022; MULLER, 2012).

Sendo assim, elencadas no artigo 3º do Decreto 6.514/2008, a Polícia Ambiental tem em seu poder a aplicação de advertências e multas, apreensão de animais silvestres ou domesticados, produtos ou subprodutos de comércio ilegal da flora e da fauna além de outros produtos que causem perigo à população como armas de fogo, embargo de obras ou empreendimentos e suspensão de atividades que firam os direitos da população ou dos animais (BRASIL, 2008).

Os crimes ambientais podem ser divididos de acordo com a sua natureza e assim, os dados obtidos pelas ocorrências realizadas são registradas e servem como uma fonte documental imprescindível para avaliar o impacto que as ações



do homem causam ao meio em vive e assim conseguir verificar se as diretrizes públicas estão sendo eficientes bem como disponibilizar ferramentas importantes que podem vim a ser utilizadas para o melhor combate e fiscalização da Polícia Ambiental diante de ações criminosas (RIBEIRO, 2018; RODRIGUES *et al.*, 2022).

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Resultados gerais

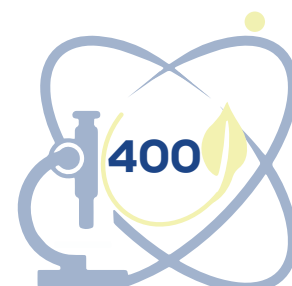
De acordo com o período analisado (2019-2021), foram obtidos os dados anuais das ocorrências organizados conforme as categorias pré-definidas (tabela 1).

Tabela 1 – Registro de ocorrências descritas entre o período de 2019 a 2021

CATEGORIAS	2019	2020	2021
Equipamento sonoro apreendido	717	264	50
Animais silvestres apreendidos	1443	168	262
Armas de fogo apreendidas	114	85	20
Nº de inquéritos policiais realizados	66	31	18
Nº de termo circunstancial de ocorrência realizado	100	31	21
Outros procedimentos	104	62	53

Fonte: autoria própria.

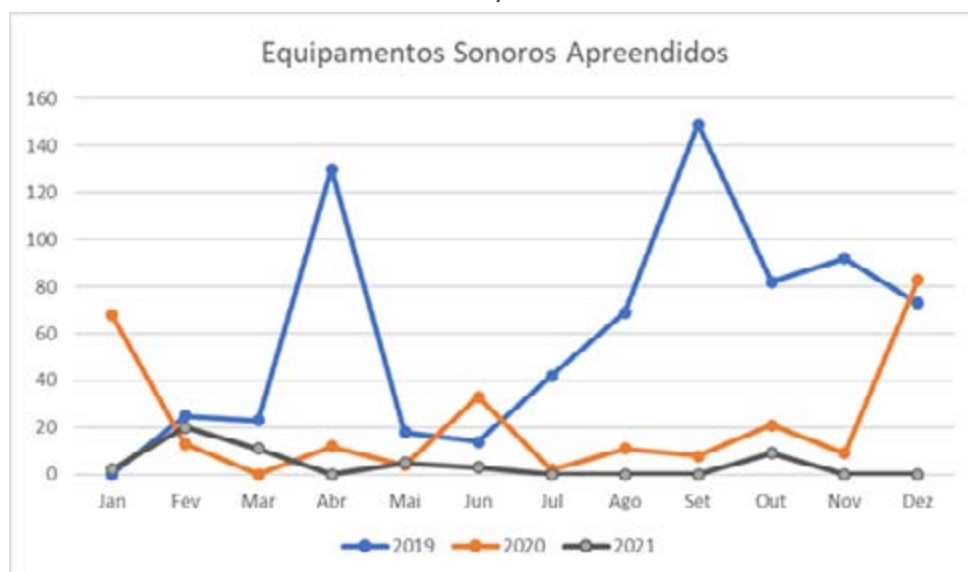
Segundo os dados observados, percebe-se que as ocorrências do ano de 2019 se apresentaram com maior frequência em relação aos anos subsequentes no que tange todas as categorias estipuladas. Tal fato, pode estar associado ao surgimento da doença do coronavírus (COVID-19) que tomou proporção pandêmica e impôs governos, comunidades, profissionais de diversas áreas e empresas a colaborarem para a redução da disseminação da doença e mitigarem os seus efeitos sobre a saúde pública através de estratégias de isolamento social, uso de máscaras e contenção de aglomerações (CRUZ *et al.*, 2020; SOARES *et al.*, 2021).



4.2 Apreensão de equipamentos sonoros

Ao analisar a primeira categoria estabelecida percebe-se no gráfico 1 que o ano de 2019 teve o mês de setembro com o maior índice de apreensões totalizando 149 equipamentos sonoros. No ano seguinte, dezembro prevaleceu atingindo 83 equipamentos de som apreendidos e em 2021, 20 aparelhos sonoros foram confiscados no mês de fevereiro. Todos os anos analisados apresentaram meses onde não houve apreensão de dispositivos sonoros. Em 2019, o primeiro mês do ano não apresentou nenhuma detenção de equipamento sonoro. Já em 2020, março se estabeleceu como o mês de índice zerado de apreensões. O último ano verificado apresentou o maior índice de meses com nenhuma apreensão.

Gráfico 1 – Linha temporal dos equipamentos sonoros apreendidos durante os anos de 2019, 2020 e 2021



Fonte: autoria própria.

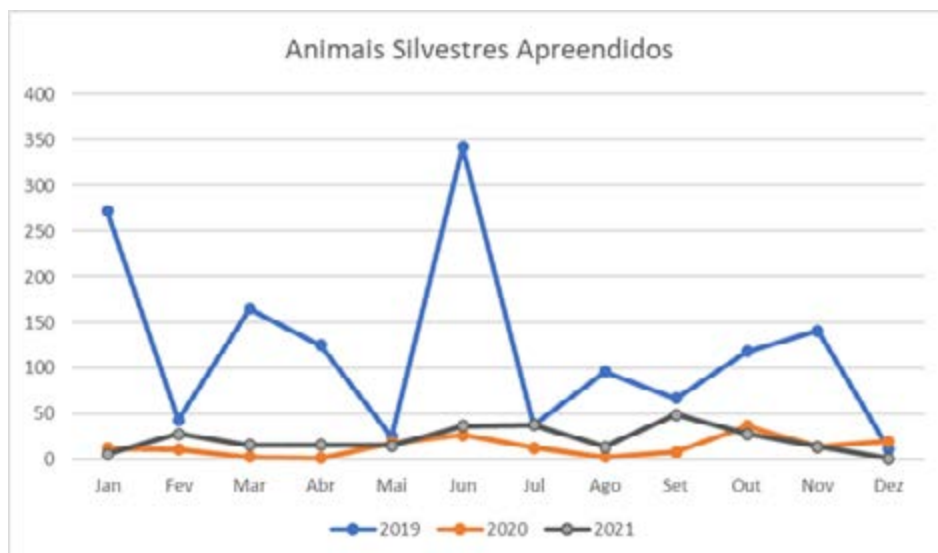
De acordo com Souza (2006), a poluição sonora é um dos tipos de poluição ambiental que mais afeta a população ficando atrás apenas da poluição atmosférica e da água. Esse tipo de poluição é provocado por ruídos advindos de diversos equipamentos e que a exposição a longo prazo prejudica a saúde podendo causar desequilíbrios psíquicos ou até mesmo complicações físicas.

4.3 Apreensão de animais silvestres

No segundo grupo, é possível explorar os dados referentes ao resgate e apreensões de animais silvestres perante as cidades que abrangem a 2º Cia do BPMA, onde vários animais foram capturados em ações policiais e outros entregues voluntariamente na unidade.

Com isso, o gráfico 2 a seguir deixa evidente a escrituração dos animais nos livros de ocorrências através da comparação dos dados mensais entre os anos, pela visualização de uma linha temporal por ano. A partir da construção gráfica é possível constatar que junho de 2019 foi o mês com o maior número de apreensões com um total de 342 animais silvestres. Em 2020, outubro se destacou com 37 animais resgatados e em 2021, 49 animais foram apreendidos no mês de setembro. Abrangendo o menor número de casos ocorridos mensalmente entre o período investigado, temos que em 2019 o último mês do ano relatou um total de 11 apreensões. No ano seguinte, abril apresentou apenas 2 animais apreendidos e em 2021 apenas 1 animal foi resgatado em dezembro.

Gráfico 2 – Linha temporal dos animais silvestres apreendidos durante os anos de 2019, 2020 e 2021



Fonte: autoria própria.

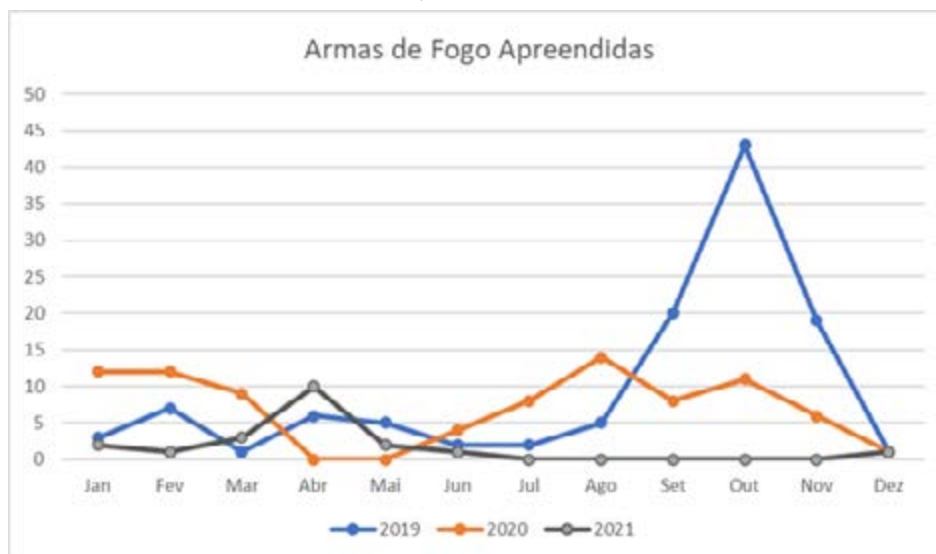
Importante destacar que nenhum mês, dos três anos verificados apresentou o índice zerado de apreensões de animais silvestres, tal fato pode

ser comentado a partir de Leite (2013) onde o mesmo menciona que dentre os crimes ambientais cobertos pela Lei, o tráfico de animais supera a ação de Polícia Ambiental em detrimento a outros tipos de crimes previstos.

4.4 Apreensão de armas de fogo

Examinando a categoria relacionada a apreensão de armas de fogo, as operações policiais militares conseguiram apreender materiais e equipamentos para a caça ilegal. Perante as ações, os indivíduos estavam em posse e porte de arma de fogo com registro irregular. Segundo Georg e colaboradores (2011), as armas de fogo são caracterizadas como artefatos que ao expelirem os seus projéteis liberam uma chama ou fogo resultantes da combustão da pólvora ocasionando a liberação de gases pelo cano.

Com base nisso, foram contabilizadas essas apreensões decorrentes do livro de ocorrências nos três anos subsequentes conforme pode ser observado no gráfico 3. Os anos de 2020 e 2021 apresentaram meses com índices zerados de apreensões sendo eles: abril e maio no primeiro período; julho, agosto, setembro, outubro e novembro no segundo período. O ano de 2019 não denotou nenhum mês de abstinência. De acordo com os dados dispostos nos gráficos é possível detectar que ano de 2019 obteve um total de 43 armas de fogo apreendidas no mês de outubro. No período de 2020, agosto se destacou com 14 detenções de armas e no ano seguinte, 10 capturas foram feitas no mês de abril.

Gráfico 3 – Linha temporal de armas de fogo apreendidas durante os anos de 2019, 2020 e 2021

Fonte: autoria própria.

Importante destacar que a posse de arma de fogo por cidadãos é proibida pela legislação ressalvando alguns casos no qual o mesmo deve demonstrar, através de uma série de requisitos, a necessidade e a capacidade de utilizar tal instrumento. Ademais o porte de arma é algo mais sério a se discutir pois trata da autorização para transportar a mesma e com isso, apenas alguns casos especiais são autorizados bem como a atuação do cidadão na patente militar (DE ALBUQUERQUE; MADRID, 2020).

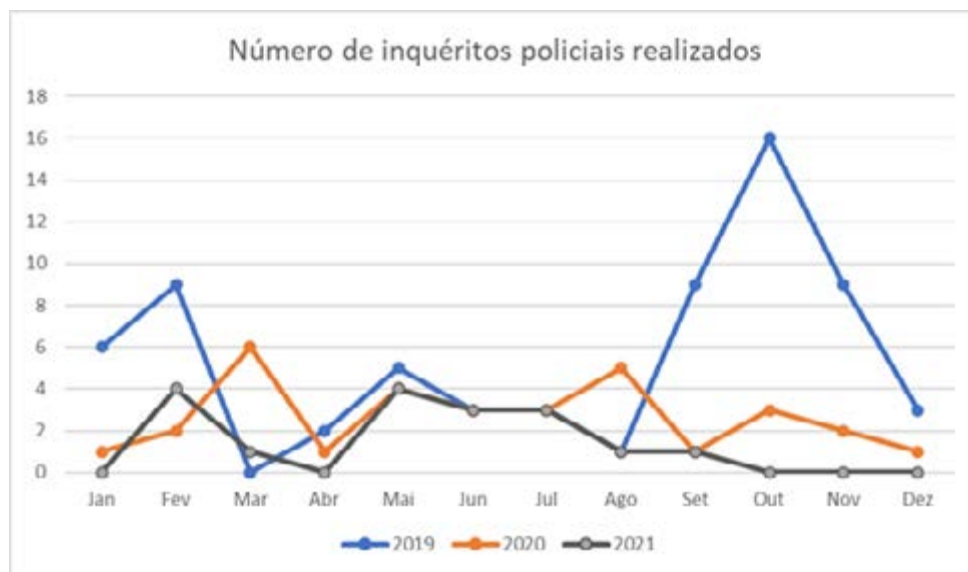
4.5 Inquéritos policiais

Na quarta categoria, se tem o estudo dos inquéritos policiais realizados. De acordo com Mingardi (2000), o inquérito policial é definido como um documento elaborado pela Polícia Civil e encaminhado ao Judiciário para que o promotor possa denunciar ou não o cidadão responsável pelo delito.

Com base nas ações policiais e na elaboração de documentos, foi possível a elaboração de gráfico mensal decorrente nos três anos subsequentes à análise (2019-2021) sobre os totais de inquéritos realizados pela BPMA (gráfico 4). O mês de outubro de 2019 se destaca entre os meses comparados do ano, apresentando um total de 16 casos contabilizados. Sendo que, em 2020 o mês de abril detêm o maior índice do ano (6 inquéritos) e em 2021 os meses de fevereiro e maio ficam

iguais, constatando um total de 4 inquéritos. Dentre o ano de 2019, apenas o mês de abril aparece com o índice zerado. Em 2021, os meses de janeiro, abril, outubro, novembro e dezembro não apresentaram a realização de inquéritos. O ano de 2020 não apresentou contabilização mensal deste procedimento.

Gráfico 4 – Linha temporal do número de inquéritos policiais realizados durante os anos de 2019, 2020 e 2021



Fonte: autoria própria.

Importante destacar que o Inquérito Policial Militar (IPM) é um procedimento administrativo que atua com base nos delitos previstos no art. 9º do Código Penal Militar (CPM) que trata de crimes militares ou delitos de competência da Justiça Militar e, por conseguinte, serve como base para a elaboração de denúncia ou arquivamento do caso em questão. O IPM é um procedimento administrativo que se destina à apuração de fatos que possam constituir crimes militares, delitos da competência da Justiça Militar, previstos no art. 9º do CPM, bem como as suas autorias. No inquérito são obtidos os elementos que servirão de base para a promoção adequada do Ministério Público (MPJM, 2019; BRASIL, 1969).

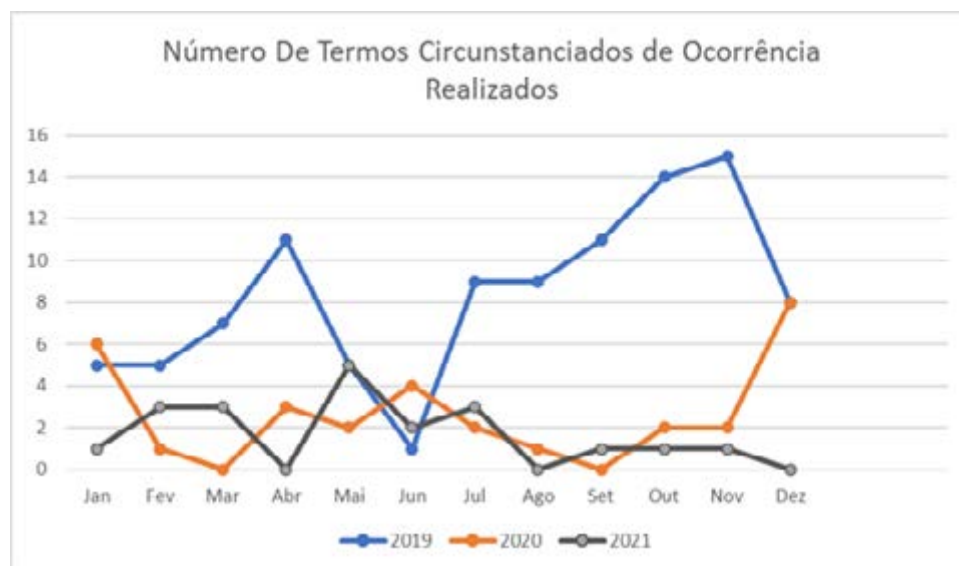
4.6 Termo circunstanciado de ocorrência

O Termo Circunstanciado de Ocorrência (TCO) é a quinta categoria de estudo. O TCO é caracterizado como um documento que relata toda a ação

policial ocorrida contendo o local, a data e a hora do ocorrido, descrição do ato delituoso, bem como relatos breves da vítima, autor e testemunha, relação de objetos caso ocorra apreensão desses e a descrição de possíveis perícias solicitadas pela autoridade policial (BURILLE, 2008).

Com isso, o gráfico elaborado mostra a quantidade de Termos Circunstanciados que foram configurados durante o intervalo de 2019-2021 (gráfico 5), onde linha cronológica dos anos contabilizados está disposta para análise e comparação. O maior número de TCOs descrito no ano de 2019 está disposto no mês de novembro (15 TCOs), que conseqüentemente é o único ano que apresenta nenhum mês com índice zerado. Em 2020, mês de dezembro se destaca com a realização de 8 TCOs e o ano seguinte apresenta o mês de maio com maior índice totalizando 5 TCOs. Seguindo os dados disponíveis no gráfico, é possível observar que 2020 possui dois meses com índice zero, sendo eles março e setembro. No ano de 2021 os meses de abril, agosto e dezembro tem pauta zerada.

Gráfico 5 – Linha temporal do número de Número de Termos Circunstanciados de ocorrência realizados durante os anos de 2019, 2020, 2021



Fonte: autoria própria.

Trimolet (2018) afirma que o TCO garante um procedimento mais detalhado e que auxilia na garantia dos direitos dos cidadãos submetidos a essa prática e relacionados a crimes com menor potencial ofensivo.

4.7 Outros procedimentos

A análise do tópico referente a outros procedimentos se destina a conclusões que não se enquadram nas outras categorias delimitadas acima e que foram pautadas pela polícia ambiental nos livros de ocorrência. Dentre os procedimentos realizados, frequentemente é mencionado à elaboração de boletins de ocorrência.

Os dados referentes a outros procedimentos podem ser visualizados no gráfico abaixo (gráfico 6) através de uma linha temporal comparativa entre os anos delimitados. Os outros procedimentos realizados no ano de 2019 não computaram resultados zerados, tendo o mês de dezembro com frequência igual a 1, e outubro classificado como o mês com o maior número de registro, tendo um total de 24 procedimentos. Em 2020, abril e maio foram os meses de menores registros de procedimentos contabilizados (total = 1), e dezembro com o maior valor, sendo 9 no total. O ano de 2021 é um único ano que demonstra dois meses, agosto e dezembro, com nenhum outro procedimento sendo feito. O período com alta soma é o mês de abril com total de 12 registros.

Gráfico 6 – Linha temporal do número de outros procedimentos realizados durante os anos de 2019, 2020, 2021



Fonte: autoria própria.

O boletim de ocorrência (BO) é classificado como um registro de informações relacionados a algum tipo de ocorrência no qual se tenha a

intervenção policial e assim, tal fato pode ser encaminhado a autoridades judiciárias bem como a órgãos públicos e privados (MINAS GERAIS, 2003).

5 CONCLUSÃO

De acordo com o recorte temporal estabelecido, o ano de 2019 se apresentou como o período com o maior índice de ocorrências em face das seis categorias pré-definidas, esse resultado pode estar associado a pandemia de COVID-19 estabelecida no final de dezembro de 2019 e que se alastrou pelos anos subsequentes no qual as áreas de segurança pública foram remanejadas para conter aglomerações e controlar o cumprimento das normas referente ao controle da disseminação da infecção viral.

A elaboração documental de ocorrências do BPMA é de suma importância para verificar o desempenho da mesma frente a inúmeros casos que acometem os 72 municípios no qual atua, isso reforça a necessidade da análise anual de tais dados com o objetivo de expor à sociedade a relevância do papel da Polícia Ambiental para com o homem-meio ambiente.

REFERÊNCIAS

BOLDT, Raphael. Ecocídio e responsabilidade empresarial nos crimes ambientais. **Revista Brasileira De Ciências Criminais**, [s. l.], v. 29, n. 175, p. 91-111, 2021. Disponível em: <https://dspace.mj.gov.br/handle/1/2616>. Acesso em: 06 ago. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 6.514 de 22 de julho de 2008**. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. 2008.

BRASIL. **Decreto-lei nº 1.001, de 21 de outubro de 1969**. Da aplicação da lei penal militar. 1969.

BURILLE, Nelson. **Termo Circunstanciado**: possibilidade jurídica da sua elaboração pela Polícia Militar e os aspectos favoráveis e desfavoráveis decorrentes. 2015. Disponível em: <http://jusmilitaris.com.br/sistema/arquivos/doutrinas/termocircunstanciado.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2022.



CRUZ, Roberto Moraes *et al.* COVID-19: emergência e impactos na saúde e no trabalho. **Revista Psicologia Organizações e Trabalho**, Brasília, v. 20, n. 2, p. I-III, abr./jun. 2020. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-66572020000200001. Acesso em: 06 ago. 2022.

DE ALBUQUERQUE, Isabela Fayad; MADRID, Fernanda de Matos Lima. Posse e porte de arma de fogo para civis, uma proteção ou um risco? **Encontro de Iniciação Científica (ETIC)**, [s. l.], v. 16, n. 16, 2020. ISSN 21-76-8498. Disponível em: <http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ETIC/article/view/8651>. Acesso em: 06 ago. 2022.

GEORG, Natacha Juli; KELNER, Lenice; SILVINO JUNIOR, João Bosco. Armas de fogo: aspectos técnicos periciais. **Revista Jurídica (FURB)**, [s. l.], v. 15, n. 30, p. 137-156, dez. 2011. ISSN 1982-4858. Disponível em: <https://bu.furb.br/ojs/index.php/juridica/article/view/3062>. Acesso em: 06 jul. 2022.

LIMA, Otoniel Moreira Leite. **Polícia de meio ambiente: fiscalização eficaz.** [2013?]. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Gestão Ambiental com Ênfase em Auditoria e Perícia) - Faculdade do vale do Jaguaribe, 2013.

LIMA, Renata Miranda; DE SOUZA FERREIRA, Julio Cesar; TEIXEIRA, Marco Antonio Domingues. Crimes verdes e colarinho branco: a máfia da madeira na Amazônia ocidental, uma violação aos direitos humanos. **Revista Quaestio Iuris**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 04, p. 3148-3172, 2018. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/quaestioiuris/article/view/37444>. Acesso em: 6 jul. 2022.

MINAS GERAIS. Polícia Civil; Polícia Militar; Secretaria de Estado de Defesa Social. **Instrução Conjunta nº 01/2003** – (Contém orientações para o Preenchimento do Boletim de Ocorrência). Belo Horizonte: Imprensa Oficial, 2003.

MINGARDI, Guaracy. O inquérito policial. **Fórum de Debates Criminalidade**, 2000.

MPM, Ministério Público Militar. **Manual de polícia judiciária militar**. Brasília, DF: MPM, 2019. 59 p.

MUELLER, Charles Curt. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2012.

RIBEIRO, Renata Esteves. **Criminologia verde: crimes ambientais no Distrito Federal**.

2018. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade de Brasília, Planaltina, 2018.

RODRIGUES, Alessa Fernanda de O. *et al.* Ocorrências registradas pela Polícia Militar de Meio Ambiente em uma região do Centro-oeste de Minas Gerais - Brasil. **Scientific Electronic Archives**, [s. l.], v. 15, n. 5, 2022. DOI: 10.36560/15520221538. Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1538>. Acesso em: 06 jul. 2022.

SALLES, Alexandre Ottoni Teatini; MATIAS, Ariella Lopes. Uma análise da teoria das externalidades de Pigou e Coase e suas aplicações na abordagem teórica da Economia Ambiental. **Informe Econômico (UFPI)**, Piauí, v. 44, n. 1, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufpi.br/index.php/ie/article/view/2753>. Acesso em: 06 jul. 2022.

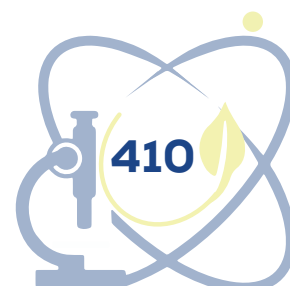
SEMA, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. **Batalhão Policial de Meio Ambiente do Ceará completa 28 anos**. 2019. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/2019/08/28/batalhao-policial-de-meio-ambiente-do-ceara-completa-28-anos/>. Acesso em: 06 ago. 2022.

SOARES, Karla Hellen Dias *et al.* Medidas de prevenção e controle da covid-19: revisão integrativa. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. e6071-e6071, 2021. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/6071>. Acesso em: 06 ago. 2022.

SOUZA, Fernando Pimentel. **A poluição sonora ataca traiçoeiramente o corpo**. 1992. Disponível em: <http://labs.icb.ufmg.br/lpf/2-14.html>. Acesso em: 25 jun. 2022.

TRIMOLET, Otávio Augusto Bracarense de Paula. **Termo circunstanciado de ocorrência realizado pela polícia militar: aspectos críticos e dogmáticos**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Direito) - Universidade Federal de Lavra, Lavras, MG, 2018.

WEBER, Natália Cerezer; CENCI, Daniel Rubens. A crise ambiental da sociedade de risco: a busca pela justiça ambiental e sustentabilidade. **Salão do Conhecimento**, [s. l.], v. 7, n. 7, 2021. Disponível em: <https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/20952>. Acesso em: 06 jul. 2022.



UM ALGORITMO POLINOMIAL PARA O PROBLEMA DE BIPARTIZAÇÃO PELA REMOÇÃO DE UM EMPARELHAMENTO EM GRAFOS LIVRES DE P_6

Cicero Samuel Santos Morais¹

Carlos Vinícius Gomes Costa Lima²

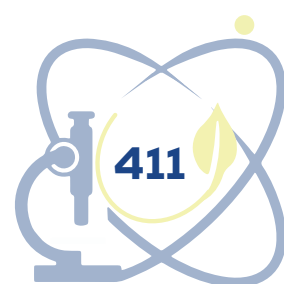
RESUMO

Dado um grafo $G = (V, E)$, um emparelhamento bipartizante $M \subseteq E(G)$ de G é um emparelhamento cuja remoção elimina todos os ciclos ímpares de G (ou equivalentemente, se $G - M$ é bipartido). Estudamos o problema de determinar se G admite um emparelhamento bipartizante. Este problema é equivalente ao de determinar se G admite uma $(2, 1)$ -coloração, que é uma 2-coloração de $V(G)$ tal que cada classe de cor induz um grafo de grau máximo limitado a 1. Este problema já é conhecido ser NP-completo, mesmo para grafos planares cujo grau máximo é igual a quatro, enquanto se torna polinomial para grafos com grau máximo igual a três. Neste trabalho, estendemos um resultado da literatura sobre grafos livres de P_5 . É conhecido que, para tais grafos, pode-se determinar em tempo polinomial se os mesmos admitem um emparelhamento bipartizante. Estendemos o resultado para grafos livres de P_5 apresentando um algoritmo polinomial que decide se um grafo livre de P_6 admite um emparelhamento bipartizante.

Palavras-chave: grafos; algoritmos; emparelhamentos; deleção de arestas.

¹ Curso de Ciência da Computação do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal do Cariri (UFCA), Bolsista de Iniciação Científica (CNPq), samuel.santos@aluno.ufca.edu.br

² Curso de Ciência da Computação do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal do Cariri (UFCA), vinicius.lima@ufca.edu.br



ABSTRACT

Given a graph $G = (V, E)$, a bipartizing matching $M \subseteq E(G)$ of G is a matching whose removal eliminates all the odd cycles of G (or equivalently, whether $G - M$ is bipartite). We study the problem of determining whether G admits a bipartizing matching. This problem is equivalent to determine whether G admits a $(2, 1)$ -coloring, which is a 2-coloring of $V(G)$ such that each color class induces a graph of maximum degree at most 1. This problem is already known to be NP-complete, even for planar graphs of maximum degree at most four, but polynomial for graphs of maximum degree at most three. In this paper, we extend the result the result of the literature about P_5 free graphs. It is known that, for such a graph class, it can be determined in polynomial time whether they admit a bipartizing matching. We extend the result for P_5 free graphs 5 by showing a polynomial-time algorithm that decides whether a P_6 free graph admits a bipartizing matching.

Keywords: graphs; algorithms; matchings; edge deletion.

1 INTRODUÇÃO

Um *grafo* $G = (V, E)$ é um par definido por um conjunto não vazio e finito V de objetos denominados vértices e um conjunto E de pares não ordenados de elementos de V chamados de *arestas*. Denotamos por $V(G)$ e $E(G)$ o conjunto de vértices e o conjunto de arestas de um grafo G , respectivamente. Seja $e = (u, v)$ uma aresta. Dizemos que u e v são as *extremidades* de e , que e é uma aresta incidente a u e v , e que u e v são adjacentes. Dizemos que um grafo G é *bipartido* se é possível particionar os vértices de G em dois conjuntos disjuntos A e B de forma que todas as arestas de G ligam um vértice de A com um vértice de B . Seja $v \in V(G)$, a *vizinhança* de v em G , denotada por $N_G(v)$ é o conjunto de vértices $\{u \in V(G) \mid u \text{ é adjacente a } v\}$. O grau de v em G , denotado por $d_G(v)$ é a quantidade de vizinhos que v possui em G , ou seja, $d_G(v) = |N_G(v)|$. O *grau máximo* de um grafo G , denotado por $\Delta(G)$ é igual ao maior grau de algum vértice de G . Um grafo H é um *subgrafo* de G se todo vértice de H é um vértice de G e toda aresta de H é uma aresta de G . Seja H um subgrafo de G . Dizemos que H é um *subgrafo induzido* de G pelo conjunto de vértices S , denotado por $G[S]$, se H possui todas as arestas de G incidentes entre os vértices de S . Denotamos um subgrafo induzido por P_k , $k \in \mathbb{N}$, chamado *caminho*, se os seus vértices podem ser listados em ordem v_1, v_2, \dots, v_k e suas arestas são (v_i, v_{i+1}) , onde $i = 1, 2, \dots, k-1$. Um *ciclo* de tamanho k , denotado por C_k , $k \geq 3$, é um grafo com k vértices se os seus vértices podem ser listados em ordem v_1, v_2, \dots, v_k e

suas arestas são (v_i, v_{i+1}) , onde $i = 1, 2, \dots, k - 1$, além da aresta (v_k, v_1) . Um *grafo completo* com n vértices, denotado por K_n , é um grafo que possui n vértices e todos os vértices são adjacentes dois a dois. Um *conjunto dominante* D de um grafo G é um subconjunto de vértices de G onde todos os vértices de $V(G) - D$ são adjacentes a pelo menos um vértice de D . Um *conjunto independente* I de G é um subconjunto de vértices de G onde cada vértice de I não é adjacente a nenhum outro vértice de I . Uma *clique* é um subconjunto de vértices dois a dois adjacentes. Sejam G e H grafos, dizemos que G é *isomorfo* a H (e vice-versa), denotado por $G \cong H$, se existe uma bijeção $f: V(G) \rightarrow V(H)$ de forma que quaisquer dois vértices u e v de G são adjacentes e somente se $f(u)$ e $f(v)$ são adjacentes em H . Um grafo G é *conexo* se, para quaisquer dois vértices u e v de G , existe um caminho de u para v . Um *subgrafo gerador* de G é um subgrafo de G que contém todos os vértices de G , mas não necessariamente todas as arestas. Para mais detalhes sobre conceitos de Teoria dos Grafos, consultar Diestel (2005) e Bondy e Murty (2008).

Um problema de decisão L é dito *tratável por parâmetro fixo* (FTP) se existe um parâmetro $k \in \mathbb{N}$, tal que L pode ser decidido por um algoritmo A em tempo $f(k) \cdot n^{o(1)}$, onde f é uma função computável que depende somente de k e n é o tamanho da entrada de A . Neste caso, dizemos que L pertence à classe de problemas FPT. Um problema L é dito XP ou *slicewise polynomial* se existe um parâmetro $k \in \mathbb{N}$ tal que L pode ser decidido em tempo $f(k) \cdot n^{g(k)}$, onde f, g são funções computáveis que dependem somente de k . Neste caso, dizemos que L pertence à classe de problemas XP. Para mais detalhes sobre Complexidade Parametrizada, consultar Cygan et al. (2015).

Neste trabalho, todos os grafos são considerados finitos e simples. Dado um grafo $G = (V, E)$, e uma propriedade Π sobre grafos, o *problema de deleção de arestas* consiste em determinar o número mínimo de arestas requerido a serem removidas para se obter um grafo satisfazendo Π (BURZYN et al., 2006). Dado um inteiro $k \geq 0$, o *problema de decisão de deleção de arestas* questiona se existe um conjunto $F \subseteq E(G)$ com $|F| \leq k$, tal que o grafo obtido pela remoção de F satisfaz Π . Ambas as versões têm recebido grande atenção no estudo de suas complexidades, onde podemos citar (YANNAKAKIS, 1981; NATANZON et al., 2001; BURZYN et al., 2006; ALON; STAV, 2009; GUILLEMOT et al., 2012) e as referências internas para aplicações.

Em Furmánczyk *et al.* (2016), os autores consideraram a *bipartização* (obtenção de um grafo bipartido) em grafos cúbicos através da remoção de um conjunto independente. Neste trabalho consideramos a versão análoga com respeito a remoção de arestas, onde tais arestas possuem uma propriedade específica: elas formam um *emparelhamento*, um conjunto de arestas duas a duas não adjacentes. Além disso, nossa propriedade desejada é a de que o grafo resultante seja bipartido. Dado um grafo $G = (V, E)$, dizemos que um emparelhamento $M \subseteq E(G)$ é *bipartizante* se $G - M$ é bipartido. Ao contrário das versões de otimização e de decisão do problema de remoção de arestas, existem grafos que não admitem tais emparelhamentos, como o grafo completo com 5 vértices, K_5 .

De fato, Lima *et al.* (2021) mostraram que decidir se um grafo admite um emparelhamento bipartizante é NP-completo, mesmo para grafos planares com grau no máximo 4. Por outro lado, o problema é polinomial para grafos com grau máximo no máximo 3, grafos livres de *garra* ($K_{1,3}$) e *pata* ($K_{1,3} + e$), grafos que possuem apenas triângulos como ciclos ímpares e grafos que admitem conjunto dominante de tamanho pequeno (LIMA *et al.*, 2021). Como K_5 não admite um emparelhamento bipartizante e o problema é fechado para subgrafos, então grafos que possuem um emparelhamento bipartizante têm clique máxima de tamanho no máximo 4. Este último fato junto à caracterização de grafos livres de P_5 (CAMBY; SCHAUDT, 2016) e o resultado de Lima *et al.* (2021) sobre a existência de algoritmo polinomial para grafos com conjunto dominante pequeno, mostram que também é possível obter um algoritmo polinomial para grafos livres de P_5 . No mesmo artigo também é provado que o problema é FPT quando parametrizado pela *clique-width*, o que gera um algoritmo polinomial para grafos cordais.

Uma coloração dos vértices de um grafo é uma atribuição de cores aos vértices de modo que a cada vértice seja atribuída somente uma cor. Uma k -coloração dos vértices de um grafo é uma coloração dos seus vértices de modo que no máximo k cores sejam utilizadas. Uma (k, d) -coloração dos vértices de um grafo é uma k -coloração de seus vértices de modo que cada vértice possui no máximo d vizinhos com a mesma cor que si próprio (BORODIN *et al.*, 2013). De fato, determinar a existência de um emparelhamento bipartizante é equivalente a decidir se um grafo admite uma $(2, 1)$ -coloração (LIMA *et al.*, 2021). Logo um grafo admite um emparelhamento bipartizante se e somente se admite uma $(2,$



1)-coloração.

Versões similares do problema foram estudadas na literatura, como a de determinar se um dado grafo admite um emparelhamento cuja remoção gera uma floresta, ou seja, um grafo acíclico (PROTTI; SOUZA, 2018). De fato, aplicações do problema de obter um emparelhamento bipartizante surgem dos algoritmos distribuídos ou concorrentes e seus grafos de dependências entre os processos. Eliminar dependências específicas entre alguns processos pode levar a computação a sair de um estado de *deadlock*, por exemplo. Ao mesmo tempo, não é desejável eliminar muitos recursos já obtidos por cada processo, o que leva ao questionamento se é possível eliminar algumas dependências (arestas) de modo que cada processo perca uma quantidade limitada de recursos já disponíveis para executar sua computação. A eliminação destes ciclos de dependências é o objetivo nestes casos, dando origem às versões de eliminação de alguns ou de todos os ciclos, com a restrição de que cada vértice perca uma pequena quantidade de arestas.

2 OBJETIVOS

Em “A new characterization of P_6 free graphs” (HOF; PAULUSMA, 2010) os autores apresentam uma caracterização dos grafos livre de P_6 , ou seja, os grafos que não admitem que P_6 como subgrafo induzido. Note que esta classe contém os grafos livres de que P_5 .

Teorema 1 (HOF; PAULUSMA, 2010): *Um grafo $G = (V, E)$ é livre de P_6 se e somente se todo subgrafo conexo induzido H de G possui um conjunto dominante D tal que D é isomorfo a C_6 ou D possui um subgrafo gerador bipartido completo.*

A partir deste resultado, nós mostramos que o problema de determinar se um grafo livre de P_6 admite um emparelhamento bipartizante é polinomial, estendendo o resultado de Lima *et al.* (2021) para grafos livre de P_5 .

Teorema 2: *Seja $G = (V, E)$ um grafo livre de P_6 . Conseguimos verificar se G admite um emparelhamento bipartizante em tempo polinomial.*

3 METODOLOGIA: ALGORITMO POLINOMIAL PARA GRAFOS LIVRES DE P_6

No mesmo artigo da caracterização de grafos de P_6 , van't Hof e Paulusma (2010) apresentam um algoritmo que encontra tal conjunto dominante para G em tempo $O(n^3)$. O resultado de Lima *et al.* (2021), para o caso em que o conjunto dominante é isomorfo a um C_6 , se aplica. De fato, Lima *et al.* (2021) apresentam um algoritmo cujo parâmetro é o tamanho do conjunto dominante. Dessa forma, podemos supor que G é um grafo conexo livre de P_6 e que possui um conjunto dominante D que contém um subgrafo gerador bipartido completo H_D de tamanho não limitado.

Sejam A_D e B_D as partes $V(H_D)$ que definem sua bipartição como descrito pelo Teorema 1, para algum conjunto dominante D de G . A seguir, apresentamos um algoritmo polinomial para grafos livres de P_6 . A ideia consiste em estender uma pré-coloração de H_D de modo que A_D e B_D recebam cores distintas, obtendo assim uma $(2, 1)$ -coloração de G . Se tal extensão não for possível, então G não admite uma $(2, 1)$ -coloração.

Lema 3: *Suponha $|A_D| \geq 2$ e $|B_D| \geq 2$. Se G admite uma $(2, 1)$ -coloração, então podemos estender a coloração em que A_D é colorido com a cor 1 e B_D é colorido com a cor 2 a uma $(2, 1)$ -coloração de \mathbb{K} .*

Demonstração: Suponha que G admite uma $(2, 1)$ -coloração. Então $G[H_D]$ também admite uma $(2, 1)$ -coloração. Suponha que a $(2, 1)$ -coloração correta de H_D não seja a coloração em que A_D é colorido com a cor 1 e B_D é colorido com a cor 2. Podemos obter então a $(2, 1)$ -coloração correta de H_D trocando vértices de participação e mudando sua cor. Seja v um vértice de A_D (resp. B_D). Ao enviarmos v para B_D , como H_D é bipartido completo e $|B_D| \geq 2$, v vai possuir $|B_D|$ vizinhos da mesma cor que si próprio, quebrando a $(2, 1)$ -coloração. Seria preciso então enviar $|B_D| - 1$ vértices de volta para A_D , porém como H_D é bipartido completo, acabaríamos caindo novamente no mesmo problema. Logo, a única coloração válida para H_D é a colocação em que A_D recebe a cor 1 e B_D recebe a cor 2.

Note que, se $|A_D| = 1$ (resp. $|B_D| = 1$), podemos transferir um vértice de B_D (resp. A_D) para A_D (resp. B_D) obtendo um novo conjunto dominante D' particionado em dois conjuntos satisfazendo a condição do Lema 3. A seguir, mostramos

como estender a $(2, 1)$ -coloração de H_D para os demais vértice, iterativamente, caso alguma tal coloração exista. Caso este procedimento falhe, então o Lema 3 garante que G não admite uma $(2, 1)$ -coloração. Considere $V(G) \setminus D = \{v_1, v_2, \dots, v_k\}$ e seja $D^0 = D$ e $D^i = D^{i-1} \cup \{v_i\}$, $1 \leq i \leq k$. Para cada vértice $v_i \in V(G) \setminus D$ $1 \leq i \leq k$, se:

- $\Delta(G[A_{D^{i-1}} \cup \{v_i\}]) \geq 2$ e $\Delta(G[B_{D^{i-1}} \cup \{v_i\}]) \leq 1$, então $B_{D^i} \leftarrow B_{D^{i-1}} \cup \{v_i\}$;
- $\Delta(G[A_{D^{i-1}} \cup \{v_i\}]) \leq 1$ e $\Delta(G[B_{D^{i-1}} \cup \{v_i\}]) \geq 2$, então $A_{D^i} \leftarrow A_{D^{i-1}} \cup \{v_i\}$;
- $\Delta(G[A_{D^{i-1}} \cup \{v_i\}]) \geq 2$ e $\Delta(G[B_{D^{i-1}} \cup \{v_i\}]) \geq 2$, então G não admite uma $(2, 1)$ -coloração, pelo 2;
- $N_{A_{D^{i-1}}}(v_i) = \{u\}$, $N_{B_{D^{i-1}}}(v_i) = \emptyset$ e u é saturado em $G[A_{D^{i-1}}]$, então $B_{D^i} \leftarrow B_{D^{i-1}} \cup \{v_i\}$;
- $N_{B_{D^{i-1}}}(v_i) = \{u\}$, $N_{A_{D^{i-1}}}(v_i) = \emptyset$ e u é saturado em $G[B_{D^{i-1}}]$, então $A_{D^i} \leftarrow A_{D^{i-1}} \cup \{v_i\}$;
- $N_{A_{D^{i-1}}}(v_i) = \{u\}$, $N_{B_{D^{i-1}}}(v_i) = \{w\}$ e u é saturado em $G[A_{D^{i-1}}]$, mas w não é saturado em $G[B_{D^{i-1}}]$, então $B_{D^i} \leftarrow B_{D^{i-1}} \cup \{v_i\}$;
- $N_{A_{D^{i-1}}}(v_i) = \{u\}$, $N_{B_{D^{i-1}}}(v_i) = \{w\}$ e w é saturado em $G[B_{D^{i-1}}]$, mas u não é saturado em $G[A_{D^{i-1}}]$, então $A_{D^i} \leftarrow A_{D^{i-1}} \cup \{v_i\}$;
- $N_{A_{D^{i-1}}}(v_i) = \{u\}$, $N_{B_{D^{i-1}}}(v_i) = \{w\}$, tal que u é saturado em $G[A_{D^{i-1}}]$ e w é saturado em $G[B_{D^{i-1}}]$, então G não admite uma $(2, 1)$ -coloração;
- $N_{A_{D^{i-1}}}(v_i) = \{u\}$, $N_{B_{D^{i-1}}}(v_i) = \{w\}$, tal que u é saturado em $G[A_{D^{i-1}}]$ e w é saturado em $G[B_{D^{i-1}}]$, então G não admite uma $(2, 1)$ -coloração;

Note que nos passos acima os vértices são alocados de forma imperativa e segura. Sejam A' e B' os novos conjuntos obtidos de A_D e B_D pelos passos acima, respectivamente. Podemos classificar os vértices de $V' = V(G) \setminus \{A' \cup B'\}$ como:

- $X = \{u \in V' : d_{G[A' \cup \{u\}]}(u) = 1 \text{ e } d_{G[B' \cup \{u\}]}(u) = 0\}$;
- $Y = \{u \in V' : d_{G[A' \cup \{u\}]}(u) = 0 \text{ e } d_{G[B' \cup \{u\}]}(u) = 1\}$; e
- $Z = \{u \in V' : d_{G[A' \cup \{u\}]}(u) = 1 \text{ e } d_{G[B' \cup \{u\}]}(u) = 1\}$.

Além disso, cada vizinho $w \in (A' \cup B')$ de $u \in V'$ é não saturado em sua própria parte e pertence a D .

Lema 4: Se G admite uma $(2, 1)$ -coloração, então podemos alocar os vértices de $Z \cup X \cup Y$ corretamente na bipartição de $G[V(G) \setminus \{Z \cup X \cup Y\}]$ em tempo polinomial.

Demonstração: Note que se G admite uma $(2, 1)$ -coloração, então $G[Z]$ é um grafo bipartido, caso contrário qualquer forma de bipartir $G[Z]$ contém uma aresta interna a uma das partes que, juntamente com o fato de que todos os seus vértices serão saturados em qualquer que seja o conjunto A' ou B' que venham a ser inseridos, não obteremos uma $(2, 1)$ -coloração de G . Logo, só há uma forma de alocar todos os vértices de Z em (A', B') respeitando a bipartição de $G[Z \cup D]$, visto que $G[D]$ é bipartido completo, portanto conexo.

Aos vértices de X , podemos verificar se $G[X]$ é bipartido ou não. Em caso positivo, devemos alocar os vértices de X respeitando a bipartição $G[X \cup D]$ novamente. Caso contrário, qualquer forma de bipartir $G[X]$ contendo arestas internas nos dois lados da bipartição impedem que uma das partes possa ser alocada a bipartição de $G[V(G) \setminus \{X \cup Y\}]$. Caso apenas um lado da bipartição de $G[X]$ possua arestas internas, então as mesmas devem formar um emparelhamento e a parte onde estão inseridas deve ser alocada na parte de bipartição de $G[V(G) \setminus \{X \cup Y\}]$ que não contenha vértices de D como vizinhos. A alocação dos vértices de Y é análoga.

Por fim, com os Lemas 3 e 4, podemos agora provar o Teorema 2.

Teorema 2: Seja $G = (V, E)$ um grafo livre de P_6 . Conseguimos verificar se G admite um emparelhamento bipartizante em tempo polinomial.

Demonstração: Podemos obter um conjunto dominante D de G como descrito pelo Teorema 1 em tempo $O(n^3)$ utilizando o algoritmo apresentado por van't Hof e Paulusma (2010). Caso D seja isomorfo a um C_θ podemos utilizar o algoritmo XP apresentado por Lima *et al.* (2021). Caso D possua um subgrafo gerador bipartido completo, colorimos A_D com a cor 1 e B_D com a cor 2, pois como visto no Lema 3 esta é a única coloração válida de D caso G possua uma $(2, 1)$ -coloração. Em seguida, tentamos alocar os vértices de $V(G) - D$ como descrito, o que é feito em tempo polinomial. Caso não seja possível alocar todos os vértices, paramos o algoritmo e retornamos que G não possui uma $(2, 1)$ -coloração e, portanto, não possui um emparelhamento bipartizante. Caso seja possível alocar os vértices nesta fase, restarão os vértices de $X \cup Y \cup Z$ a serem

alocados. Utilizamos o procedimento do Lema 4 para verificar se é possível alocá-los. Caso não seja possível, não possui um emparelhamento bipartizante. Caso contrário, respondemos que G possui um emparelhamento bipartizante. Como todos os passos utilizados no algoritmo são polinomiais, o algoritmo também é polinomial.

4 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Apresentamos um algoritmo polinomial para determinar se um grafo livre de P_6 admite um emparelhamento bipartizante, estendendo o resultado de Lima *et al.* (2021) para grafos livres de P_5 . Porém, permanece em aberto a determinação de um algoritmo FPT parametrizado pelo tamanho do conjunto dominante. Também se encontra pouco explorada a versão de otimização deste problema, onde busca-se minimizar o número de arestas do emparelhamento a serem removidas.

REFERÊNCIAS

ALON, Noga; STAV, Uri. Hardness of edge-modification problems. **Theoretical Computer Science**, [s. l.], v. 410, n. 47-49, p. 4920-4927, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304397509004484>. Acesso em: 12 ago. 2022.

BONDY, John Adrian; MURTY, Uppaluri Siva Ramachandra. **Graph theory**. [S. l.]: Springer Publishing Company, 2008.

BORODIN, Oleg Veniaminovich; KOSTOCHKA, Alexandr; YANCEY, Matthew. On 1-improper 2-coloring of sparse graphs. **Discrete Mathematics**, [s. l.], v. 313, n. 22, p. 2638-2649, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012365X13003257?via%3Dihub>. Acesso em: 12 ago. 2022.

BURZYN, Pablo; BONOMO, Flavia; DURÁN, Guillermo. NP-completeness results for edge modification problems. **Discrete Applied Mathematics**, [s. l.], v. 154, n. 13, p. 1824-1844, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166218X06001478>. Acesso em: 12 ago. 2022.

CAMBY, Elegantine; SCHAUDT, Oliver. A new characterization of P_k -free graphs. **Algorithmica**, [s. l.], v. 75, n. 1, p. 205-2017, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00453-015-9989-6>. Acesso em: 12 ago. 2022.

CYGAN, Marek; FOMIN, Fedor; KOWALIK, Lukasz; LOKSHTANOV, Daniel; MARX, Daniel; PILIPCZUK, Marcin; PILIPCZUK, Michal; SAURABH, Saket. **Parameterized**

algorithms. New York: Springer Publishing Company, 2015.

DIESTEL, Reinhard. **Graph theory**. 3. ed. New York: Springer Publishing Company, 2005.

FURMÁNCZYK, Hanna; KUBALE, Marek; RADZISZOWSKI, Stanislaw. On bipartization of cubic graphs by removal of an independent set. **Discrete Applied Mathematics**, [s. l.], v. 209, p. 115-121, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166218X15005235>. Acesso em: 12 ago. 2022.

GUILLEMOT, Sylvain; HAVET, Frédéric; PAUL, Christophe; PEREZ, Anthony. On the (Non-)Existence of polynomial kernels for P_1 -free edge modification problems. **Algorithmica**, [s. l.], v. 65, n. 4, p. 900-926, 2012. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00453-012-9619-5>. Acesso em: 12 ago. 2022.

HOF, Pim van't; PAULUSMA, Daniël. A new characterization of P_6 free graphs. **Discrete Applied Mathematics**, [s. l.], v. 158, n. 7, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166218X08003806>. Acesso em: 12 ago. 2022.

LIMA, Carlos Vinicius Gomes Costa; RAUTENBACH, Dieter; SOUZA, Uéverton; SZWARCFITER, Jayme. On the computational complexity of the bipartizing matching problem. **Annals of Operations Research**, [s. l.], v. 316, n. 47-49, p. 1235-1256, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10479-021-03966-9>. Acesso em: 12 ago. 2022.

NATANZON, Assaf; SHAMIR, Ron; SHARAN, Roded. Complexity classification of some edge modification problems. **Discrete Applied Mathematics**, [s. l.], v. 113, n. 1, p. 109-128, 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166218X00003917>. Acesso em: 12 ago. 2022.

PROTTI, Fábio; SOUZA, Uéverton S. Decycling a graph by the removal of a matching: new algorithmic and structural aspects in some classes of graphs. **Discrete Mathematics & Theoretical Computer Science**, [s. l.], v. 20, n. 2, 2018. Disponível em: <https://dmtcs.episciences.org/4979>. Acesso em: 12 ago. 2022.

YANNAKAKIS, Mihalis. Edge-deletion problems. **SIAM Journal on Computing**, [s. l.], v. 10, n. 2, p. 297-309, 1981. Disponível em: <https://epubs.siam.org/doi/abs/10.1137/0210021?journalCode=smjcat>. Acesso em: 12 ago. 2022.



DOSAGEM DO CONCRETO PARA BLOCOS INTERTRAVADOS DE PAVIMENTOS APLICANDO O REJEITO DE MAGNESITA EM SUBSTITUIÇÃO TOTAL AOS AGREGADOS GRAÚDOS E MIÚDOS

Bekembawer Fernandes Brito Gomes³

Larissa Benício Esmeraldo Alves⁴

Lilian Medeiros Gondim⁵

Rayssa Pereira de Moraes⁶

RESUMO

A utilização do pavimento intertravado com blocos de concreto aumentou nas últimas décadas, gerando em conjunto a outras atividades relacionadas ao âmbito da infraestrutura viária, um crescimento da indústria extrativista e consequente acúmulo de resíduos. Com esta problemática, surgiram estudos que empregam rejeitos como agregados alternativos, por exemplo, para amenizar o impacto ambiental gerado. O objetivo principal desta pesquisa é a caracterização do rejeito da magnesita produzida em Jucás-CE, como único agregado, e a determinação de um traço para produção de blocos de concreto para pavimentos intertravados. Para caracterização do rejeito realizou-se separação da parcela miúda da graúda por peneiramento, usando a peneira de 4,75 mm como referência. Os ensaios de caracterização do rejeito como agregado foram realizados conforme especificações da Norma NBR 7211:2019. Para determinação do traço foram definidos proporção de miúdo/gráudo, umidade ideal e consumo de cimento, observando o valor de resistência característica mínima, padronizado. Dos limites normatizados para material pulverulento e desgaste por abrasão Los Angeles, apenas o segundo satisfaz os valores especificados, porém é possibilitado pela mesma norma que impõe os limites, experimentos que qualifiquem a utilização do rejeito como agregado. Os resultados obtidos na determinação do traço de

³ Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), Universidade Federal do Cariri (UFCA), bekembawer.fernandes@aluno.ufca.edu.br

⁴ Universidade Federal do Cariri (UFCA), larissa.esmeraldo@aluno.ufca.edu.br

⁵ Universidade Federal do Cariri (UFCA), lilian.gondim@ufca.edu.br

⁶ Universidade Federal do Cariri (UFCA), rayssa.moraes@aluno.ufca.edu.br



concreto satisfizeram as condições normatizadas, indicando a possibilidade de produção e avaliação de blocos de concreto com o rejeito da magnesita como agregado.

Palavras-chave: rejeitos; magnesita; caracterização; traço de concreto; pavimento intertravado.

ABSTRACT

The use of interlocking concrete pavement has increased in recent decades, which together with other activities related to the scope of road infrastructure, has generated a growth in the extractive industry and consequent accumulation of tailing from them. With this problem, studies have emerged with tailings as alternative aggregates, for example, to mitigate the environmental impact generated. This research aims to the characterization of the magnesite tailings, produced in Jucás-CE, as the only aggregate, and the determination of a trace for the production of concrete blocks for interlocking pavements. To characterize the tailings, separation of the fine from the coarse portion was performed by sieving the material, using the 4.75 mm sieve as reference. The characterization tests of the tailings as an aggregate were carried out according to the specifications of the Brazilian Standard NBR 7211:2019. To determine the trace, the fine/coarse proportion, ideal moisture content and cement consumption were defined, observing the standardized minimum characteristic strength value. Of the normalized limits for powdery material and Los Angeles abrasion wear, only the second satisfied the specified values, but it is made possible by the same Brazilian Standard that imposes the limits, experiments that qualify the use of the tailings as an aggregate. The results obtained in the determination of the concrete trace satisfied the normalized conditions, indicating the possibility of producing and evaluating concrete blocks with magnesite tailings as an aggregate.

Keywords: tailings; magnesite; characterization; concrete trace; interlocking concrete pavement.

1 INTRODUÇÃO

Em face do desenvolvimento da sociedade, novas tecnologias no âmbito da infraestrutura viária vêm sendo estudadas nas últimas décadas. No final do século XX, pavimentos com blocos que eram antes vistos no continente Europeu, ganharam seu espaço no Brasil, não só nas ruas como também em calçadas (FIORITI *et al.*, 2007). Em conjunto ao desenvolvimento e aplicação destas tecnologias, verifica-se os impactos gerados pela indústria extrativa, que apesar



de impulsionar o crescimento econômico de uma sociedade (ARAÚJO *et al.*, 2014), está entre as principais atividades antrópicas causadoras de impactos ambientais, como a exacerbada produção de pilhas de rejeito.

Com a pavimentação sendo uma das principais atividades demandantes dos agregados, provenientes das indústrias extrativistas, verifica-se a necessidade de estudos que amenizem a utilização dos recursos naturais, substituindo estes por materiais que apresentem características potenciais como agregado. Assim, tem-se observado o crescimento do número de pesquisas relacionadas ao comportamento do concreto com a utilização de agregados alternativos. A avaliação dos efeitos da cinza pesada provenientes de termoelétricas, como porcentagens do agregado graúdo (SILVA, 2017) e miúdo (ALCANTARA, 2018), ou ainda a análise do rejeito da magnesita, também como porcentagens de agregado graúdo (ALVES, 2021) e miúdo (MORAES, 2021), são exemplos de pesquisas relacionadas a problemática ambiental ocasionada pelos rejeitos gerados.

O trabalho em questão tem como objetivo geral caracterizar o rejeito de magnesita como único agregado na produção de blocos de concreto para pavimentos intertravados, e determinar o traço para sua execução, de tal forma que satisfaça os valores de resistência à compressão simples, especificados em norma.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A NBR 7211:2019 trata sobre as especificações dos agregados para concreto, descreve que esses podem ser de origem natural, já encontrados fragmentados ou resultantes de britagem de rochas, como é o caso do rejeito estudado. As prescrições normatizadas aplicam-se à agregados que já dispõem de histórico de desempenho, de acordo com a mesma norma, e quando não disposto tal histórico, o uso para produção de concreto deve ser baseado em estudo experimentais.

Para a dosagem foram utilizadas tanto referências que também apresentaram o uso de agregado alternativo, como as que tratam sobre os procedimentos de produção dos blocos intertravados. A dosagem foi elaborada através das seguintes etapas: determinação da proporção de agregado miúdo/



graúdo – Método de Menor Volume de Vazios proposto por Rodrigues (1995), baseado no ensaio de determinação de massa unitária (NBR 16972:2021); determinação do consumo de cimento, recomendada por Fernandes (2019), sugerindo a fabricação de amostras com diferentes relações cimento/agregado; a umidade trabalhada foram 9% e 12%, embasados nos resultados encontrados por Alves (2021), que estudou o mesmo rejeito; o processo de cura das amostras também foi baseado por Fernandes (2019), com uma cura inicial logo após a moldagem, seguindo com outra cura após o desmolde.

Para validação da dosagem com o rejeito trabalhado como agregado, utilizou-se como embasamento a NBR 9781:2013, que impõe o parâmetro de resistência característica à compressão, para tráfego de veículos leves e pedestres, de no mínimo 35 MPa.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O agregado alternativo estudado na pesquisa foi proveniente dos resíduos gerados na extração de magnesita realizada pela empresa Magnesium do Brasil, localizada em Jucás – CE. Após a coleta da amostra e armazenamento no Laboratório de Infraestrutura Viária, foi realizado o peneiramento do rejeito com a peneira de abertura 4,75mm, que resultou nas parcelas de agregado graúdo e miúdo consideradas, como mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Rejeito de magnesita após peneiramento



(a) parcela miúda

(b) parcela graúda

Fonte: autoria própria.

O cimento empregado na determinação do traço foi o CP V (ARI) da marca Apodi, adquirido na empresa Vitória Distribuidora localizado na cidade de Juazeiro do Norte. O aditivo aplicado na produção de concreto para determinação do traço, foi o MAXIMENT PXD 250 da MATCHEM, disponibilizado pela empresa Polimix Concreto, localizada na cidade de Barbalha – CE. Já água utilizada tanto na determinação do traço como nos procedimentos de caracterização, foi proveniente do sistema de abastecimento da Universidade Federal do Cariri (UFCA) – Campus Juazeiro do Norte.

Os procedimentos de caracterização do rejeito de magnesita foram realizados segundo a metodologia normatizada em cada ensaio correspondente, especificado na Tabela 1.

Tabela 1 – Ensaio de Caracterização do agregado alternativo

Ensaio Correspondente	Referência
Agregado Miúdo (Passante na #4,75mm)	
Composição granulométrica	NBR NM 248:2003
Densidade e Absorção de água	NBR 16916:2021
Material pulverulento	NBR 16973:2021
Massa unitária	NBR 16972:2021
Agregado Graúdo (Retido na #4,75mm)	
Composição granulométrica	NBR NM 248:2003
Densidade e Absorção de água	NBR 16917:2021
Material pulverulento	NBR 16973:2021
Abrasão Los Angeles	NBR 16974:2022
Massa unitária	NBR 16972:2021

Fonte: autoria própria.

O traço de concreto proposto na pesquisa foi definido por meio da determinação da proporção dos agregados, da umidade ótima e da relação e consumo de cimento empregado nas misturas. A proporção de agregado miúdo/ graúdo foi definida através do Método de Menor Volume de Vazios proposto por Rodrigues (1995), que é baseado no ensaio de determinação de massa unitária, normatizado pela NBR 16972:2021. O método consiste na comparação do índice de vazios, presentes em diferentes misturas compactadas, com proporções conhecidas de agregado miúdo e graúdo. A proporção que apresentar o menor índice de vazios representa o melhor arranjo entre os grãos dos agregados, o que resulta em maiores valores de resistência.

Com a proporção de agregados definida, foi realizado a determinação

do consumo de cimento conforme recomendado por Fernandes (2019), o qual sugere a fabricação de amostras com diferentes relações de cimento/agregado. Foram então produzidos manualmente três corpos de provas cilíndricos, para cada uma das cinco misturas definidas na Tabela 2, utilizando uma quantidade de aditivo equivalente à 0,4% da massa de cimento, como recomendado por Fernandes (2019).

Tabela 2 – Proporções empregadas na determinação de consumo de cimento

Mistura	Relação cimento/agregado	Consumo de cimento (kg/m ³)
1	1/1,5	844,04
2	1/2	703,36
3	1/3	575,48
4	1/4	460,38
5	1/5	383,65

Fonte: autoria própria.

Os valores de umidade utilizados nas misturas apresentadas na Tabela 2 foram baseados nos resultados apresentados por Alves (2021), sendo de 9% e 12% em relação a massa dos materiais secos. Entre esses valores, foi escolhido a umidade que, consumindo menos cimento, apresentou corpos de prova com resistência superior à 35 MPa, como normatizado.

Com a moldagem dos corpos de prova finalizada, foram realizados os processos de cura recomendados por Fernandes (2019). Inicialmente com as amostras ainda nos moldes, foram posicionadas em uma superfície úmida, cobrindo-as em seguida com uma lona plástica. Um dia após a moldagem foram retirados os moldes e durante um período de três dias, banharam-se os corpos de prova uma vez ao dia, sempre cobrindo-os novamente com a lona plástica.

Finalizado o período de cura, os corpos de prova foram retificados, atingindo uma altura final de $8 \pm 0,2$ cm, de tal forma que melhor representassem os blocos de concreto utilizados em pavimentos intertravados. Após o processo de retificação foi realizado, aos 7 dias de idade dos corpos de prova, o ensaio de resistência à compressão simples, seguindo as recomendações descritas pela NBR 9781:2013. O rompimento de cada corpo de prova foi realizado na prensa hidráulica com capacidade de 100 toneladas, localizada no Laboratório de

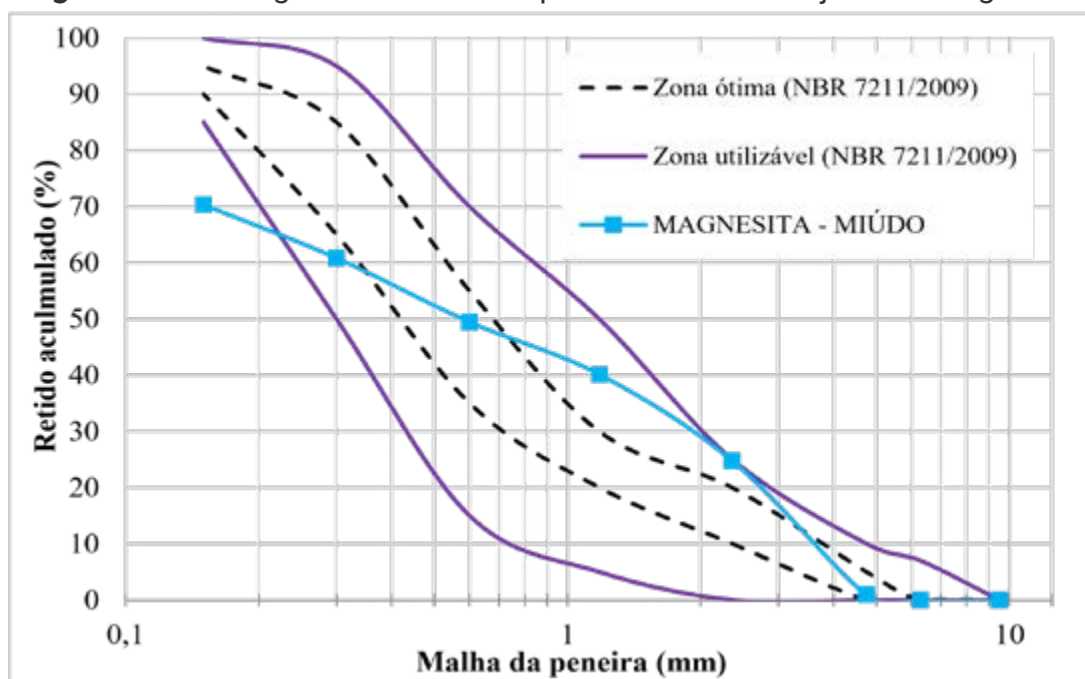
Materiais de Construção da UFCA. Com os valores obtidos, foi possível relacionar o consumo de cimento e umidade empregada, com a resistência característica à compressão estimada aos 28 dias.

4 RESULTADOS

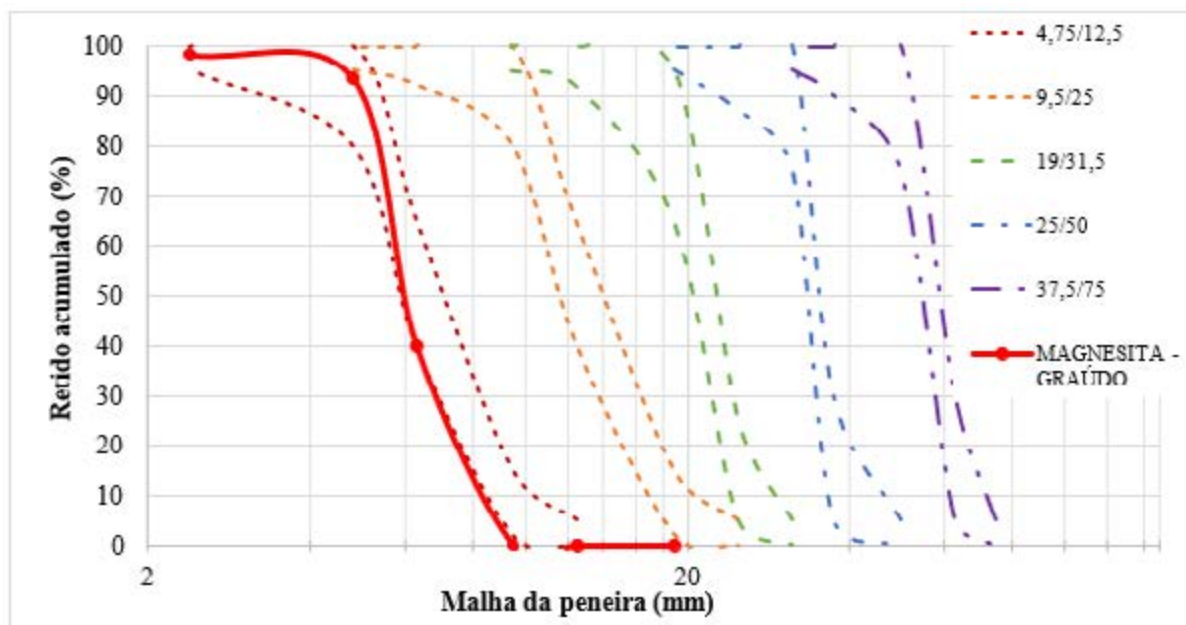
4.1 Resultado da caracterização do rejeito como agregado

As curvas granulométricas geradas para as parcelas graúda e miúda do rejeito de magnesita, estão representadas pelas Figuras 2 e 3, respectivamente apresentadas a seguir, em conjunto com as curvas representativas da zona ótimo e utilizável, normatizadas pela NBR 7211:2019. O Diâmetro Máximo Característico (DMC) e o Módulo de Finura (MF) obtidos estão representados pela Tabela 4 apresentada em seguida.

Figura 2 – Curva granulométrica da parcela miúda do rejeito de magnesita



Fonte: autoria própria.

Figura 3 – Curva Granulométrica da parcela graúda do rejeito de magnesita

Fonte: autoria própria.

Tabela 3 – Módulo de Finura e Diâmetro Máximo Característico do Rejeito de Magnesita

Parâmetro	Rejeito de Magnesita	
	Parcela Miúda	Parcela Graúda
Diâmetro Máximo Característico	4,75 mm	9,5 mm
Módulo de Finura	2,47	5,87

Fonte: autoria própria.

Analisando o comportamento da curva granulométrica da Figura 2, observa-se que uma porção correspondente as malhas de menor abertura e do fundo ficaram deslocadas para fora dos limites impostos. No entanto como já mencionado, de acordo com a NBR 7211:2019 estudos posteriores podem ser realizados para verificar a aplicabilidade no concreto, dos agregados com distribuição diferente das zonas estabelecidas, desde que estes sejam capazes de gerar misturas resistentes.

De acordo com o módulo de finura representado na Tabela 4, a parcela miúda do rejeito de Magnesita pode ser classificada, de acordo com a categorização de Bauer (2000), como areia média (2,11 até 3,38). A parcela graúda localizou-se

no primeiro intervalo granulométrico, 4,75/12,5 com pequena variação para fora desta, podendo ser classificada comercialmente como brita 0 ou pedrisco. Os resultados dos demais ensaios de caracterização foram sintetizados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resumo dos resultados dos ensaios de caracterização

NBR referente	Ensaio		Rejeito de Magnesita	
			Agregado Miúdo	Agregado Graúdo
1672:2021	Massa unitária (ρ) - kg/m ³ e Índice de vazios (E) - %.	Método C	$\rho = 1880 \text{ kg/m}^3$; E = 35%	$\rho = 1570 \text{ kg/m}^3$; E = 47%
		Método A	$\rho = 2070 \text{ kg/m}^3$; E = 29%	$\rho = 1670 \text{ kg/m}^3$; E = 43%
16916:2021 (Miúdo) e 16917:2021 (Graúdo)	Densidade do agregado na condição seca - g/cm ³		2,92	2,94
	Densidade na condição saturada superfície seca - g/cm ³		2,94	2,97
	Absorção de água (A) - %		0,6	0,9
16973:2021	Material pulverulento - %		15	1,97
16974:2022	Abrasão "Los Angeles"		-	44.45 %

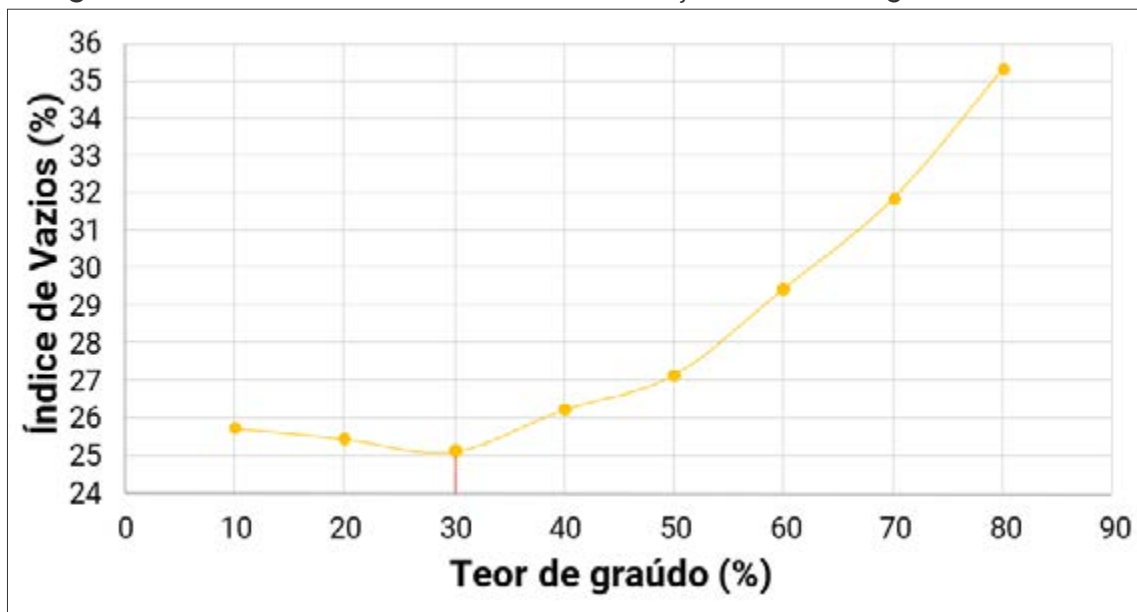
Fonte: autoria própria.

Dos ensaios dispostos Tabela 4, a NBR 7211:2019 define valores limites para: material pulverulento, 1% para agregado graúdo e 3% para agregado miúdo; e abrasão Los Angeles, devendo este valor ser inferior à 50%. Analisando os valores, verifica-se que apenas o limite do desgaste por abrasão Los Angeles foi satisfeito.

4.2 Resultado da dosagem do concreto

Com as proporções utilizadas e os resultados obtidos no Método de Menor Volume de Vazios, foi elaborado a curva representada pela Figura 4, que relaciona o teor de graúdo, em relação a mistura total (graúdo + miúdo), com o índice de vazios obtido em cada mistura. Observa-se que o menor índice de vazios é o de aproximadamente 25%, relativo à mistura com 30% de graúdo e 70% de miúdo, correspondendo a maiores resistências devido ao melhor arranjo disposto entre os grãos.

Figura 4 – Curva do Índice de Vazios em função do teor de graúdo utilizado

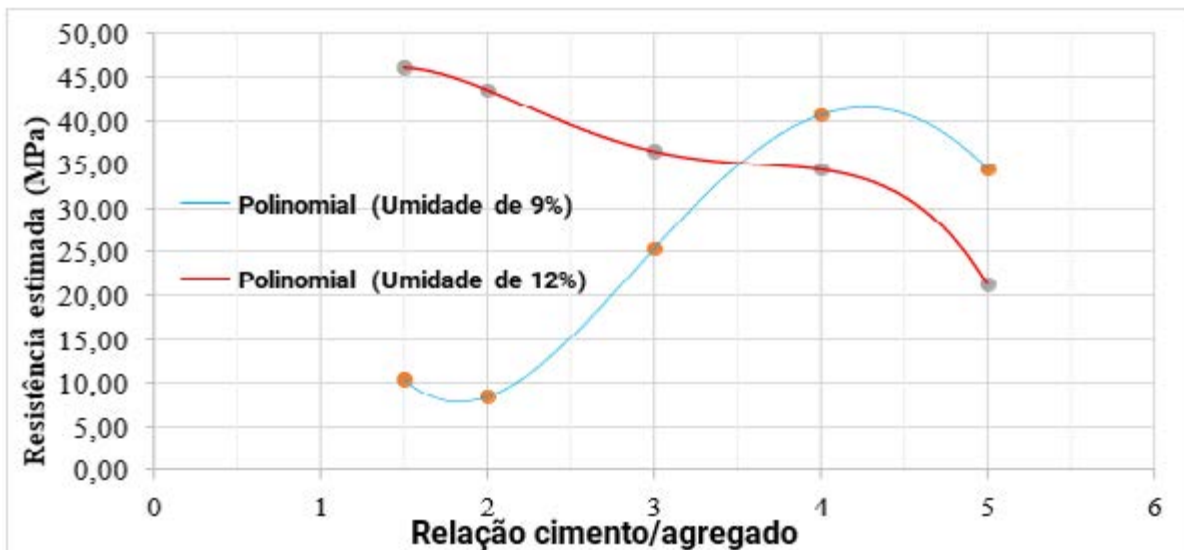


Fonte: autoria própria.

Os resultados do ensaio de resistência à compressão dos corpos de prova produzidos, após definição da proporção de agregados e umidade, estão expressos nas curvas polinomiais representadas pela Figura 5, a qual relaciona o teor de cimento:agregado com a resistência à compressão estimada aos 28 dias, para cada uma das umidades utilizadas. Observa-se que para atingir o valor mínimo normatizado de 35 MPa, consumindo menos cimento, deve-se empregar a relação cimento:agregado de 1:4, com 9% de umidade.

Com os ensaios realizados, o traço final resultante para a produção de concreto foi de 1:2,8:1,2:0,45, sendo Cimento:Miúdo:Graúdo:Água mais o aditivo plastificante, correspondente à 0,4% da massa de cimento, como recomendado por Fernandes (2019).

Figura 5 – Curva da resistência em função da mistura empregada, para cada umidade



Fonte: autoria própria.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada indica que o rejeito de magnesita apresenta características de mesma natureza dos agregados convencionais utilizados na produção do concreto. No entanto os resultados verificados no ensaio de granulometria, por exemplo, mostram que o mesmo não respeita alguns limites normatizados, como a parcela referente ao agregado miúdo fora da zona utilizável. A porcentagem de material pulverulento ultrapassando o máximo delimitado pela NBR 7211:2019, também aponta uma violação nos limites discriminados.

Apesar dos parâmetros anteriores não satisfazerem os valores estabelecidos, é registrado na mesma norma responsável por definir os limites, a possibilidade da realização de estudos experimentais para verificar a viabilidade da utilização do rejeito como agregado, na produção de peças de concreto. Associado a esta possibilidade, verificou-se que a resistência obtida nos procedimentos de determinação do traço de concreto foi bastante satisfatória, indicando que os agregados alternativos possuem uma melhor relação de consumo e resistência, na proporção 1 de cimento para 4 de agregado, para 9% de umidade.

Outra evidência que contribui para a possibilidade da avaliação do resíduo são os resultados obtidos por Alves (2021) e Moraes (2021), que constataram resultados satisfatórios nos blocos de concreto produzidos com pequenas porcentagens do mesmo rejeito, mesmo com alguns dos parâmetros obtidos na caracterização fora dos limites normatizados.

Com os resultados obtidos e as evidências satisfatórias constatadas em pesquisas anteriores, verifica-se uma possibilidade de produção e avaliação de blocos de concreto para pavimento intertravado, utilizando apenas o rejeito de magnesita como agregado, visando a amenização da exploração dos recursos naturais, com a diminuição das pilhas de rejeito geradas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FUNCAP, pelo apoio financeiro disponibilizado para realização desta pesquisa, por meio da disponibilização de bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

ALCANTARA, Maria Regilene Gonçalves de. **Estudo da utilização de cinzas pesadas de termoeletricas para produção de blocos de concreto para pavimentos intertravados**. 2018. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

ALVES, Larissa Benício Esmeraldo. **Avaliação da aplicação do rejeito de magnesita na produção de blocos de concreto para pavimento intertravado**. 2021. 82 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, 2021.

ARAÚJO, Eliane Rocha; OLIVIERI, Renata Damico; FERNANDES, Francisco Rego Chaves. Atividade mineradora gera riqueza e impactos negativos nas comunidades e no meio ambiente. *In: Recursos minerais e sociedade: impactos humanos - socioambientais - econômicos*. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição Granulométrica**. São Paulo: ABNT, 2003.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7211**: Agregados para concreto - Especificações. São Paulo: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9781**: Peças de concreto para pavimentação – Especificações e métodos de ensaio. São Paulo: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16916**: Agregado miúdo – Determinação da densidade e da absorção de água. São Paulo: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16917**: Agregado graúdo – Determinação da densidade e da absorção de água. São Paulo: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16972**: Agregados – Determinação da massa unitária e índice de vazios. São Paulo: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16973**: Agregados – Determinação do material fino que passa pela peneira de 75 µm por lavagem. São Paulo: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16974**: Agregados – Ensaios de resistência ao impacto e à abrasão *Los Angeles*. São Paulo: ABNT, 2022.

BAUER, Falcão. **Materiais de construção**. v. 1. 5. ed. Uberlândia - MG: LTC, 2000. 447 p.

FERNANDES, Idário. **Blocos e Pavers**: Produção e Controle de Qualidade. 8. ed. [S. l.]: Treino Assessoria e Treinamentos Empresariais Ltda, 2019.

FIORITI, Cesar Fabiano; INO, Akemi; AKASAKI, Jorge Luís. Avaliação de blocos de concreto para pavimentação intertravada com adição de resíduos de borracha provenientes da recauchutagem de pneus. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, 2007. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/3753>. Acesso em: 12 maio 2023.

MORAES, Rayssa Pereira de. **Avaliação do rejeito de magnesita como agregado miúdo no bloco de concreto para pavimento intertravado**. 2021, 85 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, 2021.

RODRIGUES, Públio Penna Firme. **Fabricação de blocos pré-moldados de concreto para pavimentação**. 2. ed. [S. l.]: Associação Brasileira de Cimento Portland: ABCP, 1995. 20. (BT-103).

SILVA, Webert Brasil Cirilo da. **Avaliação da aplicação de cinzas de termelétrica no concreto utilizado em blocos intertravado de pavimentos**. 2017. 165 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.



ESTIMATIVA DO PARÂMETRO CN UTILIZANDO GEOPROCESSAMENTO DA MICROBACIA DO RIACHO TIMBAÚBAS, EM JUAZEIRO DO NORTE, CE

Vitória Tiffany Teixeira Braga¹

Maísa de Calda Lopes²

Vinicius Alves Pereira da Luz³

Klinsmann Bezerra Rabelo⁴

Maria Janielly do Nascimento Costa⁵

Paulo Roberto Lacerda Tavares⁶

RESUMO

Em função da limitação de dados de vazão em muitas bacias hidrográficas, a modelagem hidrológica faz uso de alternativas como o Método da Curva-Número do SCS que tem como principal parâmetro o CN. Nesse contexto, técnicas de geoprocessamento vêm sendo amplamente aplicadas para a determinação deste parâmetro conferindo uma maior confiabilidade nos resultados. Este trabalho tem como escopo a determinação do CN para a microbacia hidrográfica do Riacho das Timbaúbas, em Juazeiro do Norte-CE, utilizando técnicas de geoprocessamento. A metodologia aplicada envolveu a elaboração e cruzamento entre mapas de Tipo de Solos e Uso de Solos utilizando o software QGis, versão 3.24.3. Como

¹ Bolsista PIBIC/FUNCAP no Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica da Universidade Federal do Cariri (UFCA), vitoria.tiffany@aluno.ufca.edu.br

² Bolsista PIBITI/FUNCAP no Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica da Universidade Federal do Cariri (UFCA), maisa.lopes@aluno.ufca.edu.br

³ Egresso em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Cariri (UFCA), vinicius_apereira@hotmail.com

⁴ Egresso em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Cariri (UFCA), klinsmannrabelol@gmail.com

⁵ Bolsista PIBIC/FUNCAP no Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica da Universidade Federal do Cariri (UFCA), maria.janielly@aluno.ufca.edu.br

⁶ Orientador, Universidade Federal do Cariri (UFCA), paulo.tavares@ufca.edu.br



resultado foi obtido um valor de CN igual a 81,78 para microbacia além da construção de um mapa de CN que demonstrou a suscetibilidade a alagamentos nas proximidades do parque Timbaúbas e a relevância deste equipamento para amortecer o escoamento superficial da região, sendo, portanto, recomendado o aprofundamento desta linha de pesquisa.

Palavras-chave: modelagem hidrológica; CN; geoprocessamento.

ABSTRACT

Due to the limitation of flow data in many hydrographic basins, hydrological modeling makes use of alternatives such as the SCS Number Curve Method whose main parameter is the CN. In this context, geoprocessing techniques have been widely applied to determine this parameter, providing greater reliability in the results. This work aims to determine the CN for the Riacho das Timbaúbas watershed, in Juazeiro do Norte-CE, using geoprocessing techniques. The applied methodology involved the elaboration and overlaying between Soil Type and Soil Use maps using QGis software, version 3.24.3. As a result, a CN value of 81.78 was obtained for the microbasin, in addition to the construction of a CN map that demonstrated the susceptibility to flooding in the vicinity of the Timbaúbas park and the relevance of this equipment to dampen the surface runoff in the region, being, therefore, it is recommended to deepen this line of research.

Keywords: hydrological modeling; CN; geoprocessing.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e conseqüente expansão territorial provocam um grande impacto sobre a infraestrutura urbana, causando problemas como enchentes e inundações. A urbanização diminui o potencial de infiltração do solo e como resultado, ocorre o aumento e antecipação de tempo dos picos dos hidrogramas de cheias, elevando o volume e a velocidade do escoamento superficial.

A escassez de dados de vazão inviabiliza a utilização da maioria das metodologias de dimensionamento de obras de drenagem urbana. Diante disto, a alternativa é a aplicação de métodos indiretos para determinação da vazão de projeto. Dentre os mais utilizados, pode-se destacar o Método da Curva-Número do SCS que tem como principal parâmetro o CN.



Na determinação desses parâmetros de entrada para modelos hidrológicos, técnicas de geoprocessamento vêm sendo muito aplicadas. A manipulação da base de dados acontece pelos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) que podem, por exemplo, combinar informações topográficas, do tipo e usos do solo, condições meteorológicas de bacias hidrográficas, entre outras possibilidades. Dessa forma, a junção entre a tecnologia dos SIG e a modelação hidrológica, revela-se de extrema importância, contribuindo para o avanço na caracterização dos parâmetros hidrológicos e para a tomada de decisões no contexto da gestão eficiente da ocupação do solo e do uso dos recursos hídricos (SANTOS *et al.*, 2006).

Dada a importância da estimativa do parâmetro CN para o desenvolvimento de modelos hidrológicos e o crescente uso de técnicas de geoprocessamento dentro da modelação hidrológica, este trabalho apresenta o processo metodológico aplicado para determinação do parâmetro CN na microbacia do riacho Timbaúbas, no município do Juazeiro do Norte, Ceará.

Objetiva-se estimar o valor médio de CN, que possa vir a ser utilizado posteriormente em estudos realizados na microbacia hidrográfica em questão.

A elaboração dos mapas e o cruzamento dos dados foram feitos utilizando o sistema QGis, versão 3.24.3.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Método da curva-número do SCS

O Soil Conservation Service (SCS) do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos desenvolveu um método simplificado para estimar o escoamento superficial em pequenas bacias rurais. De acordo com Soares, Fiori, Silveira e Kaviski (2017), o método se popularizou em estudos hidrológicos devido à sua fácil aplicação, visto que é baseado em dados como uso e cobertura do solo, precipitação e tipo de solo, que podem ser obtidos facilmente para uma bacia. O método consiste basicamente em estimar a chuva efetiva (aquela que esco superficialmente) e transformar esta chuva em vazão.

Neste método, a determinação da chuva efetiva se dá através da equação abaixo:

$$P_e = \frac{(P_t - 0,2S)^2}{P_t + 0,8S} \quad (1)$$

Em que, P_e = precipitação efetiva (mm); P_t = precipitação total (mm); S = capacidade máxima de retenção de água.

A capacidade máxima de retenção (S) está associada às características físicas da bacia, como o solo e a cobertura vegetal, sendo calculada pela seguinte equação.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (2)$$

Em que, CN = “curva-número” ou “número de curva” e varia entre 0 e 100.

O parâmetro CN é um valor tabelado que depende do tipo de solo, da umidade antecedente e do uso e cobertura na bacia. Conforme o valor de CN aumenta, o potencial de retenção da bacia diminui, ou seja, a chuva que escoar superficialmente será maior.

Ressalta-se ainda, que devido as dimensões de uma bacia, suas características como tipo de solo e cobertura vegetal não serão constantes e dessa forma, para obter o valor representativo de CN para a bacia, deve-se ponderar cada valor presente na bacia pela proporção de área associada a este valor:

$$CN = \frac{\sum_{i=1}^n cn_i a_i}{A} \quad (3)$$

Em que, CN = número da curva; A = área da bacia; cn = número da curva de uma parte da bacia; a = área associada a um número de curva na bacia.

3 METODOLOGIA

O parâmetro CN possui seus valores em função do tipo e do uso do solo.

Na literatura existem tabelas geradas com base em condicionamentos urbanos americanos, que apresentam este relacionamento de informações (TUCCI, 1993).

Neste estudo, para estimar o valor do parâmetro CN foram analisadas as associações entre as classes de cobertura e ocupação obtidas no mapa de uso do solo da microbacia do Riacho Timbaúbas produzido por Rabelo (2022) e o grupo hidrológico do solo. Para essa classificação hidrológica, utilizou-se uma reclassificação do trabalho de Tucci (1993), feita por Sartori, Neto e Genovez (2005) que sugeriram uma nova classificação para os solos na tentativa de adequá-los à situação brasileira.

Existem muitas maneiras de obter o valor de CN: com análise visual de mapas temáticos, reconhecimento de campo ou até mesmo métodos de correlação com densidade urbana (PICKBRENNER; PEDROLLO; RISSO, 2005). Na atualidade, porém, surgem também as técnicas de geoprocessamento que crescentemente são utilizadas para a determinação do CN.

Neste trabalho serão aplicadas operações de cruzamento de mapas utilizando o QGIS. Neste software é possível trabalhar com camadas, criar, sobrepor, consultar propriedades em um banco de dados, recortar, unir, medir entre diversas outras funcionalidades que auxiliarão na estimativa do parâmetro CN para a microbacia.

Para este estudo, efetuou-se o cruzamento de informações dos seguintes mapas: Mapa da Bacia, Mapa de Tipos de Solos e Mapa de Uso do Solo.

3.1 Mapa da Bacia

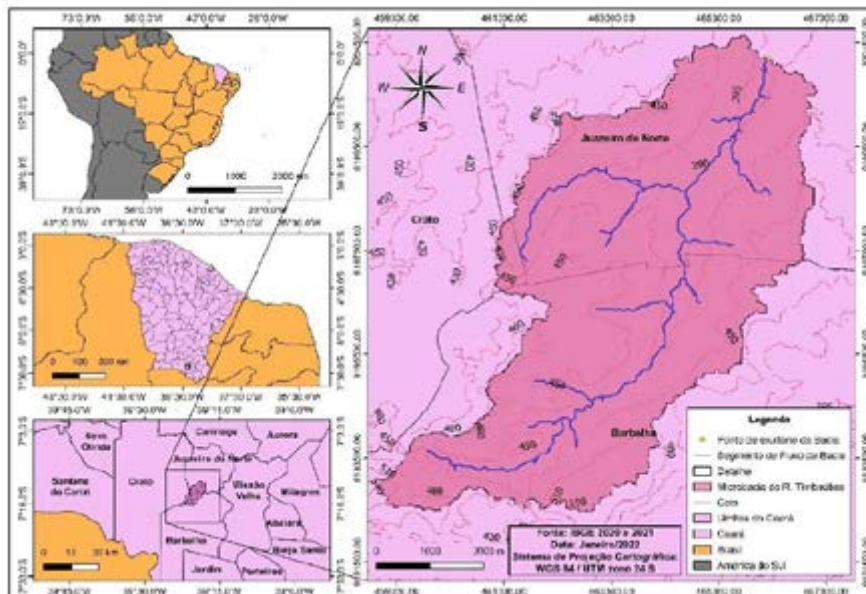
A bacia hidrográfica deste estudo se trata da microbacia do riacho Timbaúbas delimitada por Rabelo (2022), que possui como exutório o ponto mais ao norte do Parque Timbaúbas, localizado no município de Juazeiro do Norte-CE. A definição desse ponto de deflúvio se deu por acreditar no potencial do parque de funcionar como um equipamento de drenagem local para evitar ou minimizar os problemas de alagamentos na região (RABELO, 2022).

A microbacia hidrográfica do riacho Timbaúbas abrange três municípios: Juazeiro do Norte, Crato e Barbalha, sendo que a maior área de drenagem é do

município de Barbalha. Sua área total é de 3.735,17 ha e o perímetro é de 45,39 km. O seu fluxo principal possui 13,58 km de extensão e o seu ponto de exutório localiza-se na coordenada 9.201.215N e 466.231E (RABELO, 2022).

A Figura 1 mostra o mapa de localização da área de estudo.

Figura 1 – Mapa de localização da microbacia do Riacho Timbaúbas



Fonte: Rabelo (2022).

3.2 Mapa de tipos de solo

A partir do Mapa Pedológico do Estado do Ceará obtido no Banco de Informações Ambientais do IBGE, após delimitação para a microbacia do Riacho Timbaúbas, foi feita uma reclassificação dos solos considerando a correspondência definida no trabalho de Sartori, Neto e Genovez (2005) entre os tipos de solos brasileiros e os definidos por Tucci (1993).

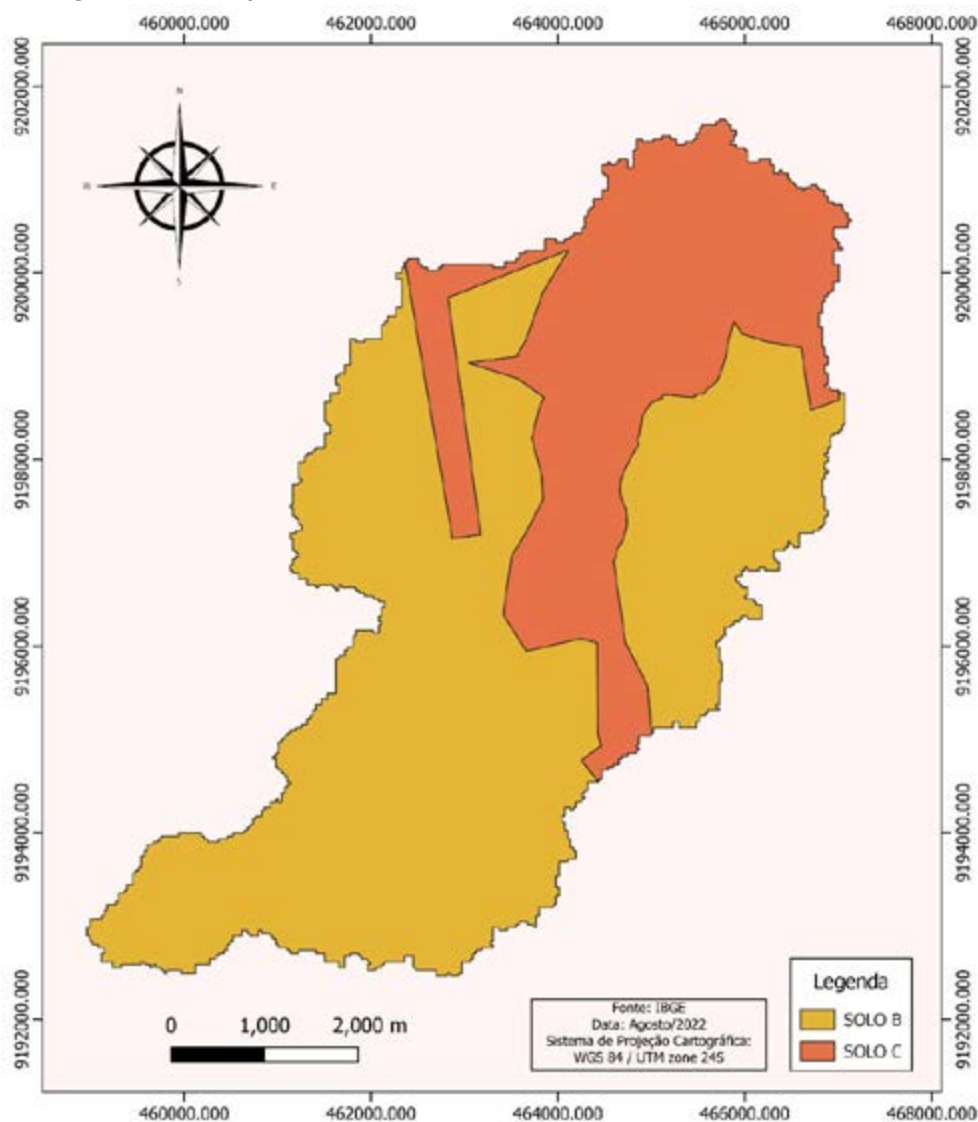
Dessa forma, os solos de toda a microbacia do Riacho Timbaúbas foram enquadrados nos tipos B ou C conforme o resumo a seguir.

- Solo Neossolo Flúvico, reclassificado como Solo C;
- Solo Argissolo Vermelho Eutrófico de textura arenosa/média, reclassificado como Solo B;

- c) Solo Argissolo Vermelho Eutrófico de média/argilosa, reclassificado como Solo B.
- d) Mancha Urbana (Área urbanizada) com alto grau de impermeabilização, reclassificado como Solo C.

A reclassificação do Mapa Pedológico gerou o mapa temático apresentado a seguir na Figura 2.

Figura 2 – Mapa de Solos da microbacia do Riacho Timbaúbas



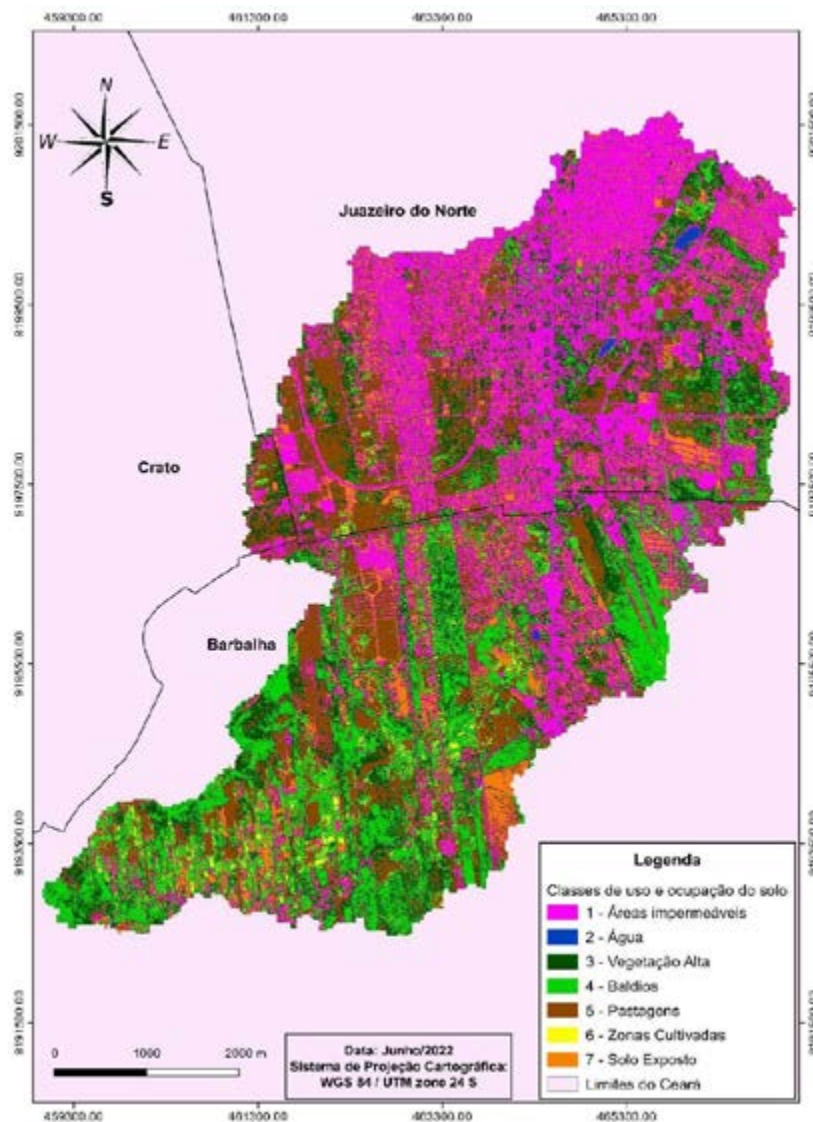
Fonte: autoria própria (2022).

3.3 Mapa de tipos de solo

O mapa de uso do solo foi produzido por Rabelo (2022). Na sua elaboração foi utilizada uma imagem do satélite CBERS 4A e o complemento Semi-Automatic Classification Plugin (SCP), utilizado na classificação de forma semiautomática das categorias existentes na microbacia. Neste mapeamento foram definidas 7 classes de uso e ocupação do solo: áreas impermeáveis, água, vegetação alta, baldios, pastagens, zonas cultivadas e solo exposto.

A Figura 3 apresenta o mapa de Uso do Solo da área de estudo.

Figura 3 – Mapa de Uso do Solo da microbacia do Riacho Timbaúbas



Fonte: Rabelo (2022).

4 RESULTADOS

No QGis, foram inseridas a camada vetorial com os tipos de solo e o raster uso e ocupação do solo. Utilizando as ferramentas do *software*, foi isolado cada tipo de solo e realizado um recorte com a função “Recortar raster pela camada de máscara”, usando como camada de entrada o raster uso e ocupação e como máscara a camada com o tipo de solo. O raster gerado foi convertido em vetor e categorizado nos 7 tipos de uso do solo. O procedimento foi realizado duas vezes, uma com o solo B e outra com o solo C.

O cruzamento das duas classes do Mapa de Solos (B e C) e as seis classes do Mapa de Uso do Solo (zona urbana, vegetação alta, baldios, pastagens, zonas cultivadas e solo exposto) gerou 12 combinações que tornaram possível a atribuição de valores de CN baseado nos valores apresentados por Tucci (1993), conforme a tabela 1.

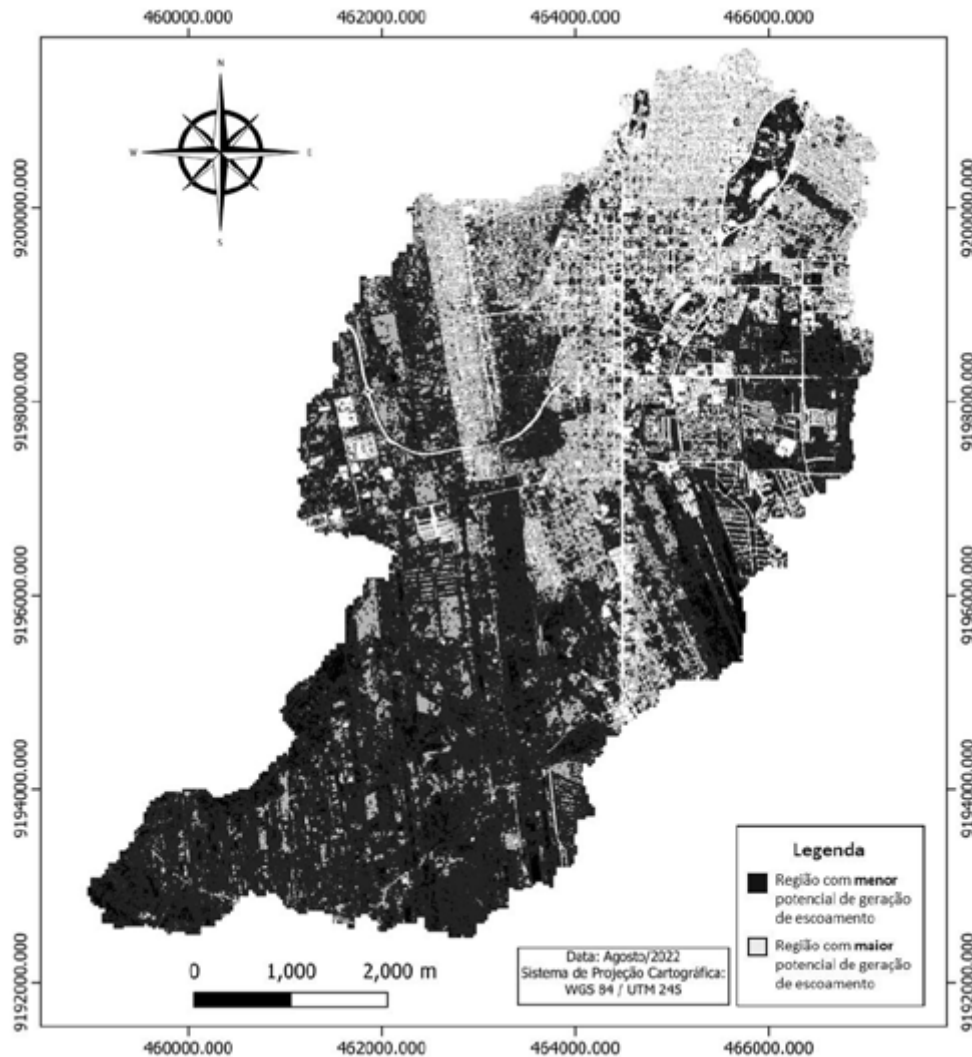
Tabela 1 – Valores de CN para as novas classes

Uso e Ocupação Solo (nomenclatura Rabelo, 2022)		Uso e Ocupação (nomenclatura Tucci, 1993)	Nova Classe	CN
B	1 - Zona Urbana	Média entre as classes: zona comercial e de escritórios, zona residencial, parques de estacionamentos, arruamentos asfaltados	B1	93,25
B	2 - Vegetação alta	Bosques ou zonas florestais com cobertura boa	B2	55
B	3 - Baldios	Baldios em boas condições	B3	61
B	4 - Pastagens	Pastagens ou terrenos em más condições	B4	79
B	5 - Zonas cultivadas	Zonas cultivadas com conservação	B5	81
B	6 - Solo exposto	Arruamentos e estradas de terra	B6	82
C	1 - Zona Urbana	Média entre as classes: zona comercial e de escritórios, zona residencial, parques de estacionamentos, arruamentos asfaltados	C1	95
C	2 - Vegetação alta	Bosques ou zonas florestais com cobertura boa	C2	70
C	3 - Baldios	Baldios em boas condições	C3	74
C	4 - Pastagens	Pastagens ou terrenos em más condições	C4	86
C	5 - Zonas cultivadas	Zonas cultivadas com conservação	C5	72
C	6 - Solo exposto	Arruamentos e estradas de terra	C6	87

Fonte: autoria própria (2022).

Atribuindo o valor de CN a cada pixel gerado no cruzamento entre o Mapa de Solos e o Mapa de Uso e Ocupação, obteve-se o Mapa de CN da microbacia do Riacho Timbaúbas apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Mapa de CN da microbacia do Riacho Timbaúbas



Fonte: autoria própria (2022).

No mapa, a escala de tons de cinza do mais claro para o mais escuro representa, respectivamente, as regiões com maior e menor potencial de geração de escoamento.

Finalmente, procedeu-se ao cálculo do CN médio da microbacia usando os dados da tabela 1 aplicados na equação 3, obtendo um valor de 81,78.

5 CONCLUSÃO

A aplicação das técnicas de geoprocessamento desempenhou um papel importante neste estudo para estimativa do parâmetro CN, podendo, portanto, serem consideradas como ferramentas de apoio para a modelagem hidrológica de bacias hidrográficas.

Fazendo um comparativo visual entre o Mapa de Uso do Solo e o Mapa de CN da microbacia, podemos avaliar de maneira satisfatória a aplicação da metodologia na determinação do CN: os maiores valores de CN localizam-se ao norte da microbacia, coincidindo com a maior mancha de área urbana associada a um solo com baixa capacidade de infiltração; por outro lado, ao sul da microbacia onde a maior parte da cobertura é dada por vegetação alta e baldios, observa-se os menores valores de CN, ou seja, onde ocorre menor escoamento superficial.

Esses resultados se mostram muito condizentes com a realidade do sistema de drenagem da área de estudo pois coincide regiões de maior potencial de escoamento com pontos de alagamento no entorno do parque Timbaúbas. Evidencia-se ainda a relevância deste equipamento urbano como amortecedor do escoamento superficial por ser um dos únicos aglomerados mais ao norte da microbacia que possui maior permeabilidade (menor CN). Dessa forma, esse trabalho reforça a importância do aprofundamento desta linha de pesquisa entendendo o potencial de contribuição para a tomada de decisões em aspectos ocupação do solo, drenagem urbana, uso dos recursos hídricos, entre outros.

Por fim, recomenda-se a continuidade desta linha de pesquisa com um maior detalhamento através da delimitação de sub-bacias de contribuição, uso de mapas do solo mais detalhados e subdivisão de categorias da classe área urbana no uso do solo. Dessa forma, é possível refinar a determinação do valor de CN e melhorar a precisão de futuras modelagens hidrológicas na região.



AGRADECIMENTOS

A equipe de pesquisa agradece à Universidade Federal do Cariri e à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP pelo apoio financeiro na forma de bolsa, importante para a execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

PICKBRENNER, K.; PEDROLLO, M.; RISSO, A. Determinação do CN utilizando geoprocessamento: simulação hidrológica na Bacia do rio Criciúma. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16., 2005, João Pessoa. **Anais [...]**. João Pessoa: ABRH, 2005.

SANTOS, S. *et al.* Os sistemas de informação geográfica na modelagem hidrológica. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE TECNOLOGIAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, 12., Granada, 2006. **Anais [...]**. Granada, [s. n.], 2006.

SARTORI, A.; NETO, F. L.; GENOVEZ, A. M. Classificação Hidrológica de Solos Brasileiros para a Estimativa da Chuva Excedente com o Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH)**, [s. l.], v. 10, n. 4, out./dez. 2005. Disponível em: <https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=1&ID=26&SUMARIO=440>. Acesso em: 12 maio 2023.

SOARES, M. R. G. de J. *et al.* Eficiência do método curve number de retenção de águas pluviais. **Mercator**, Fortaleza, v. 16, 2017.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: Ciência e Aplicação. Porto Alegre, RS: UFRGS, 1993. 943 p.

RABELO, K. B. **Uso e ocupação do solo da microbacia hidrográfica do Riacho Timbaúbas em Juazeiro do Norte-CE**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, 2022.

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE BLOCOS DE CONCRETO PARA PAVIMENTO INTERTRAVADO UTILIZANDO O REJEITO DA MAGNESITA

Larissa Leonardo dos Santos¹

Lilian Medeiros Gondim²

Larissa Benício Esmeraldo Alves³

RESUMO

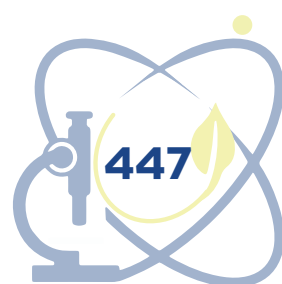
A utilização de rejeitos industriais como agregados alternativos em obras de pavimentação tem sido analisada por muitos autores, a fim de viabilizar o uso destes materiais em propostas sustentáveis e econômicas. A magnesita encontra-se entre os minerais com ótimo potencial de extração no Ceará, o que por sua vez gera o acúmulo de pilhas de resíduos que ainda não possuem um aproveitamento bem definido. Deste modo, através de pesquisas anteriores encontradas na literatura, foi avaliado o estudo do rejeito da magnesita como agregado na produção do pavimento intertravado. Nesta pesquisa avaliou-se a possibilidade da aplicação, em escala industrial, do agregado alternativo da magnesita, em substituição a 15% do agregado graúdo, na produção de blocos de pavimento intertravado, replicando traço de sucesso obtido em pesquisas anteriores. Utilizando este traço como referência, foi realizada a adaptação do mesmo de acordo com os novos materiais que seriam utilizados na produção. A mistura e moldagem foram realizadas com maquinário industrial, numa empresa da cidade de Juazeiro do Norte-CE, visando a aplicação prática dos blocos em um trecho do estacionamento do Campus da UFCA, para avaliação de desempenho deles. Após sua fabricação, os pavers foram submetidos a análises segundo a norma, avaliando os aspectos visuais, dimensões, absorção de água e resistência à compressão, a fim de verificar se os blocos estavam aptos para aplicação.

Palavras-chave: produção industrial; pavimentação intertravada; rejeito industrial; magnesita; agregado alternativo.

¹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), larissa.leonardo@aluno.ufca.edu.br

² Universidade Federal do Cariri (UFCA), lilian.gondim@ufca.edu.br

³ Universidade Federal do Cariri (UFCA), larissa.esmeraldo@aluno.ufca.edu.br



ABSTRACT

The use of industrial waste as alternative aggregates in paving works has been analyzed by many authors, to enable the use of these materials in sustainable and economic proposals. Magnesite is among the minerals with great extraction potential in Ceará, which in turn generates the accumulation of waste piles that still do not have a well-defined use. Thus, through previous research, the study of magnesite tailings as an aggregate in the production of interlocking pavement was evaluated. In this research, the possibility of applying, on industrial scale, the alternative magnesite aggregate, replacing 15% of the coarse aggregate, in the production of interlocking paving blocks, was evaluated, replicating a successful trait obtained in previous researches. Using this trait as a reference, it was adapted according to the new materials that would be used in the production. The mixing and molding were carried out with industrial machinery, in a company in the city of Juazeiro do Norte-CE, aiming at the practical application of the blocks in a stretch of the UFCA Campus parking lot, to evaluate their performance. After their manufacture, the pavers were subjected to analysis according to the standard, evaluating the visual aspects, dimensions, water absorption and compressive resistance in order to verify if the blocks were suitable for application.

Keywords: industrial production; interlocked paving; industrial waste; magnesite; alternative aggregate.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui um enorme patrimônio mineral, de tal maneira que está presente nos rankings dos maiores produtores e exportadores de minérios no mundo. No Ceará, de acordo com Brandão e Freitas (2019), há muitos ambientes geológicos que tornam vantajoso a presença de bens minerais, que é o caso da magnesita. Em contrapartida, a indústria extrativa mineral é uma das atividades antrópicas que causam mais impactos socioeconômicos e ambientais negativos (ARAÚJO; OLIVIERI; FERNANDES, 2014) gerando, por exemplo, enormes quantidades de resíduos provenientes da extração.

Desta forma, há estudos na área de infraestrutura viária que visam a utilização de agregados alternativos para propostas sustentáveis aplicadas ao âmbito em questão. Como exemplo destes estudos, têm-se as pesquisas de Moraes (2021), avaliando o uso do rejeito de magnesita como agregado miúdo; e Alves (2021), avaliando o uso do mesmo rejeito como agregado graúdo, ambos para produção de blocos de concreto para pavimento intertravado, os pavers.



Desta forma, através dos estudos de Alves (2021) e Moraes (2021), verificou-se a viabilidade da utilização da magnesita para produção industrial de blocos intertravados de concreto. Essas autoras observaram a possibilidade de aplicação, em escala de laboratório, dos rejeitos de magnesita em substituição parcial (até 15%) aos agregados convencionais graúdos e miúdos de pavers.

Dessa maneira, o presente trabalho tem como objetivo verificar a possibilidade de replicar na indústria os resultados observados por Alves (2021) em laboratório. Para tanto, considerou-se a mistura de Alves (2021) que substituiu 15% dos agregados graúdos pela magnesita, em um traço comercial produzido em uma indústria local, verificando a inspeção visual, análise dimensional, resistência à compressão, a absorção de água dos blocos alternativos produzidos industrialmente.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados na pesquisa quatro agregados minerais, dos quais os três primeiros são materiais usuais de produção de diária da indústria onde os blocos foram produzidos, na cidade de Juazeiro do Norte-CE. São eles: Areia natural (Figura 1a) e pó de brita granítica (Figura 1b) como agregados miúdos, brita granítica como agregado graúdo (Figura 1c), e rejeito de magnesita como agregado graúdo alternativo advindo do rejeito produzido na extração da magnesita, o mesmo material extraído e utilizado por Alves (2021), proveniente do Depósito do Torto e coletado pela autora na empresa Magnesium do Brasil em Jucás-CE, mostrado na Figura 2.

Figura 1 – Agregados usados na produção dos pavers



a) areia natural

b) pó de brita

c) brita

Fonte: autoria própria.

Figura 2 – Fração graúda do agregado alternativo usado na produção dos pavers



Fonte: Alves (2021).

Nesta pesquisa o cimento utilizado foi o mesmo empregado pela empresa local na fabricação diária dos pavers, o CP V (ARI) de marca Nacional. Na perspectiva de atingir os objetivos desta pesquisa foi estabelecido uma sequência metodológica a ser seguida, como mostra a Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma resumindo as etapas metodológicas



Fonte: autoria própria.

Como nesta pesquisa foi empregado o mesmo agregado alternativo utilizado por Alves (2021), o material já estava caracterizado. Já para os materiais proporcionados da empresa responsável pela produção foi realizado apenas a composição granulométrica, para posterior adaptação do traço a ser adotado na produção dos pavers.

O traço de referência do concreto foi o de Alves (2021) utilizando 15% de Magnesita como agregado graúdo, e que tem relação 1:3 e proporção pedrisco/areia de 55%/45%, sendo então 1:1,35:1,65 (cimento: areia: brita) com 9% de umidade, em relação aos materiais secos e com 0,4% de aditivo plastificante, em relação à massa de cimento, seguindo recomendações de Fernandes (2019). Já o traço utilizado pela empresa era determinado em carrinhos de mão, sendo 2:3:1 (areia: pó de brita: brita), para 1 saco de cimento e aditivo plastificante já diluído na água após entrada na máquina, não quantificado.

Como já mencionado, os materiais da indústria foram caracterizados quanto a granulometria, e a partir dos percentuais retidos acumulados em

cada peneira utilizada no ensaio, foi realizado o ajuste de curva que mais se aproximasse da curva correspondente a proporção de agregados adotada por Alves (2021). Sendo assim, definiu-se o traço a ser utilizado na indústria, convertendo-o para a medida unitária empregada por esta, correspondente a um carrinho de mão.

Definido o traço, a fabricação dos pavers foi realizada de forma industrial, com a utilização de uma vibroprensa. Nesta, o primeiro passo é a colocação dos materiais numa espécie de misturador, como mostrada na Figura 4 (a), onde água é adicionada pela própria máquina, inicialmente e posteriormente, através de uma bomba acionada por um sistema externo, utilizando-se de uma regulagem manual. Após a homogeneização dos materiais adicionados, é aberta uma comporta por um colaborador, para que este material siga pela esteira, mostrada na Figura 4 (b).

O material dessa esteira é despejado nas formas e vibroprensado, já saindo da máquina em formato de paver e desenformado, mostrado na Figura 4 (c). É possível a troca das formas de acordo com a escolha do tipo de bloco. Para esta pesquisa foi usado o bloco de 16 faces, contendo dimensões de 24cm de comprimento, 12cm de largura e 8cm de espessura. Depois da fabricação dos blocos, estes são devidamente curados.

Figura 4 – Etapas da produção industrial



Fonte: autoria própria.

Para produção de uma quantidade de blocos suficientes, houve a necessidade de produzir duas bateladas de produção. Como não havia conhecimento por parte dos operadores para calibrar a máquina de acordo com a umidade desejada, nas duas bateladas a umidade se manteve excedida e teve que ser corrigida. No primeiro, houve adição de cimento até obtenção do aspecto desejado, sendo este não quantificado. Já no segundo, houve adição de pó de brita, também não quantificado, por ser colocado até atingir uma boa consistência.

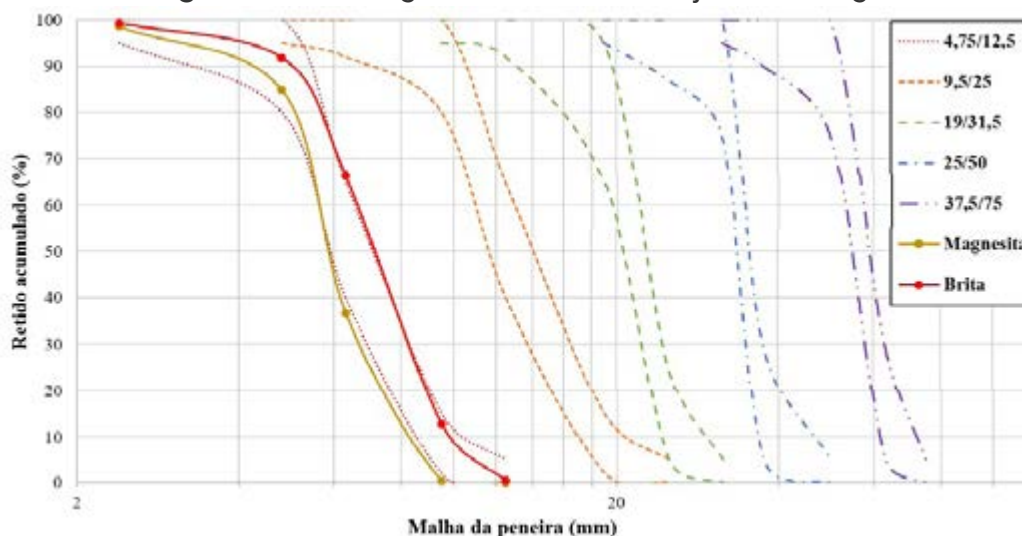
Portanto, foram gerados dois novos traços, um com mais cimento e o outro com mais pó de brita. Como na empresa esta separação dos traços foi impossibilitada, foi necessária a separação por análise visual, considerando o menos poroso o que continha mais cimento e o mais poroso o que continha mais pó de brita. Vale ressaltar que esta separação não é fidedigna. Após, os pavers passaram por análises físicas e mecânicas de acordo com a NBR 9781/2013, correspondendo à análise dimensional, absorção de água e resistência à compressão.

3 RESULTADOS

3.1 Resultados da caracterização dos materiais

A composição granulométrica do rejeito da magnesita (agregado graúdo) está apresentada na Figura 5, conforme de Alves (2021). A autora também caracterizou o rejeito de magnesita quanto a massa específica, absorção de água, material pulverulento e abrasão “Los Angeles”, com o resumo dos resultados apresentado na Tabela 1.

Figura 5 – Curva granulométrica do rejeito de Magnesita



Fonte: Alves (2021).

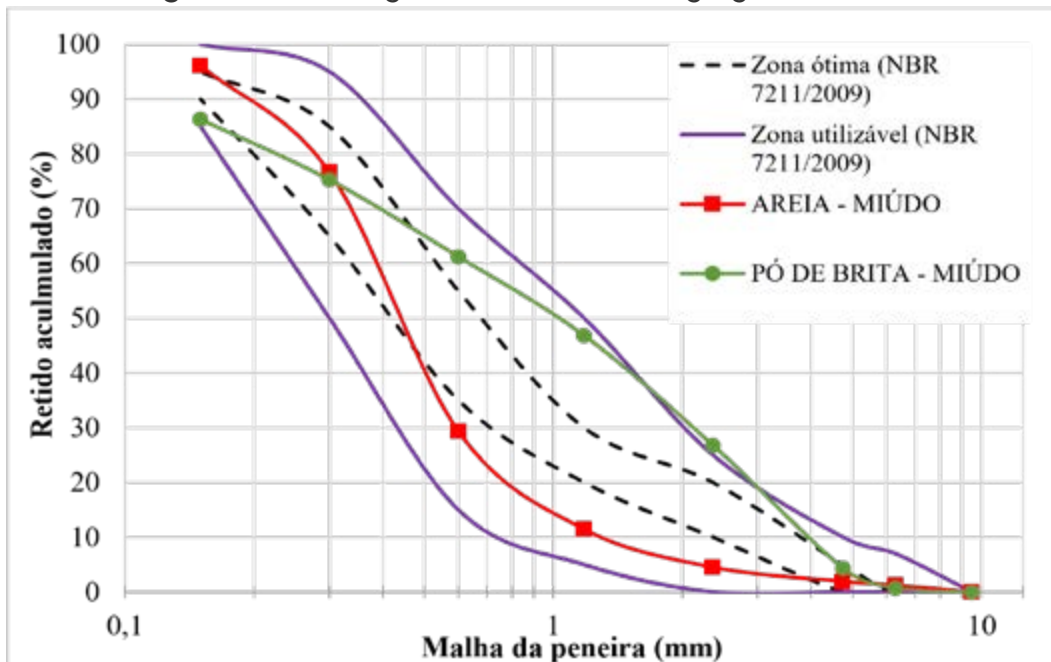
Tabela 1 – Resumo dos ensaios de caracterização do rejeito de Magnesita

Ensaio	Agregados			Referência normativa (NBR 7211:2009)	
	Areia Grossa	Rejeito de Magnesita	Brita 0	Miúdo	Graúdo
Massa específica - g/cm ³	2,59	3,00	2,67		
Massa específica na condição saturada seca - g/cm ³	-	2,97	2,64		
Massa específica aparente - g/cm ³	-	2,96	2,62		
Absorção de água (A) - %	-	0,52	0,75		
Material pulverulento - %	3,94	3,20	1,88	3	10
Abrasão "Los Angeles"	-	36,56	31,4		<50

Fonte: Alves (2021).

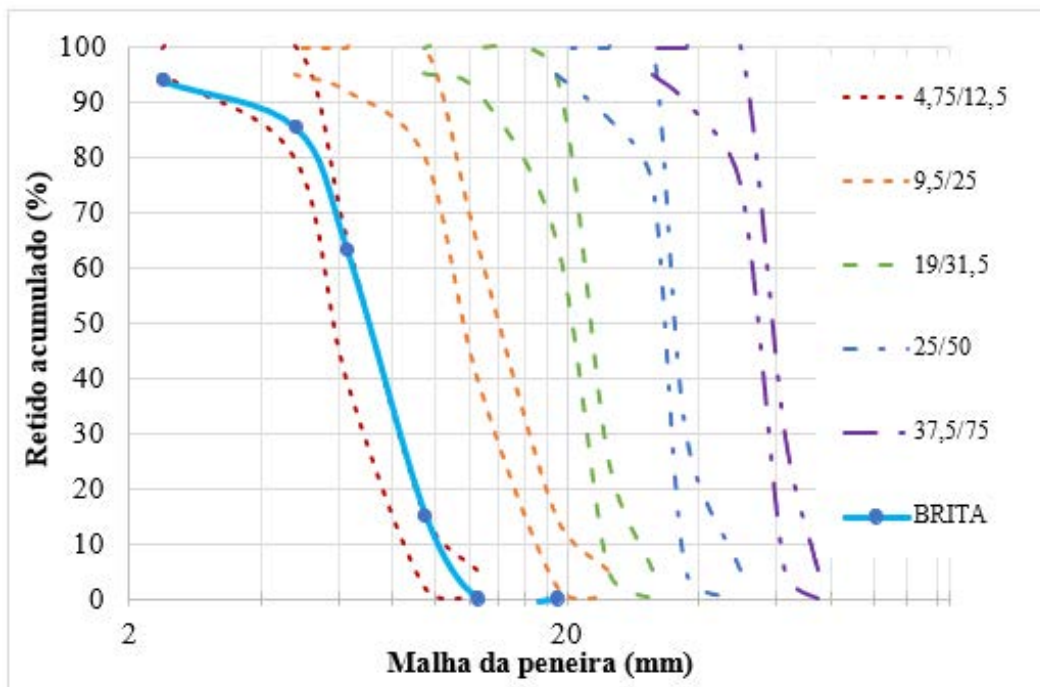
A composição granulométrica dos materiais da empresa (areia, pó de brita e brita) são apresentadas nas Figuras 6 e 7.

Figura 6 – Curva granulométrica dos agregados miúdos



Fonte: autoria própria.

Figura 7 – Curva granulométrica da brita



Fonte: autoria própria.

A partir dos dados da granulometria se obtém a Dimensão Máxima Característica (DMC) dos agregados e o módulo de finura, um parâmetro adimensional que consegue expressar o diâmetro dos grãos. Tais índices são utilizados para classificação dos materiais e definição da superfície específica do agregado. Os resultados são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2 – Dimensão máxima característica e módulo de finura dos materiais

Parâmetros	Areia Natural	Pó de brita	Brita
DMC	4,75 mm	4,75 mm	12,50 mm
Módulo de Finura	2,20	3,01	5,80

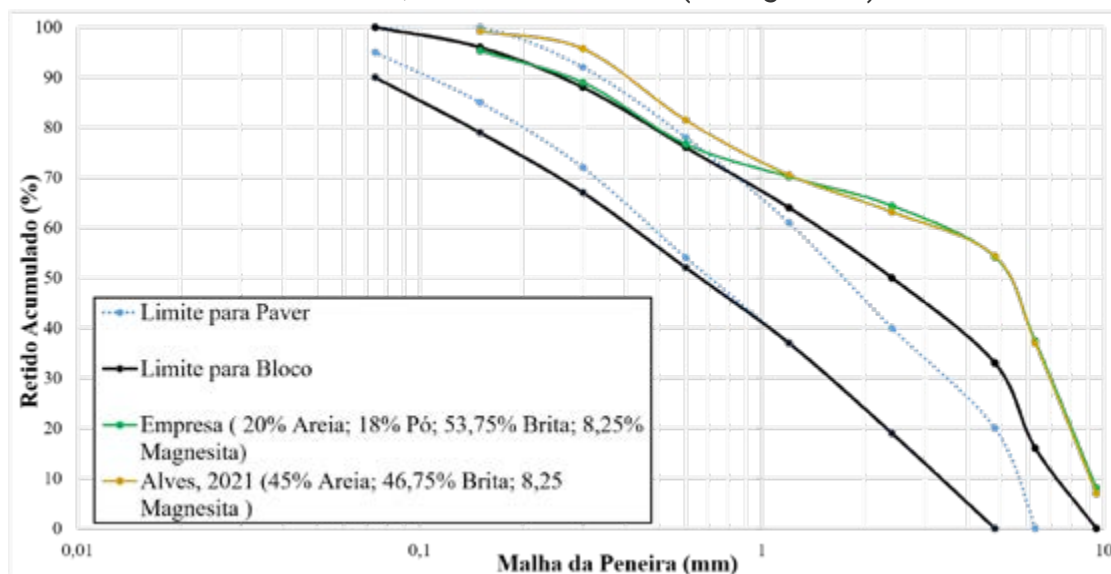
Fonte: autoria própria.

Após análise dos dados da composição granulométrica, a areia se classifica como uma areia média, de acordo com Bauer (2000), já que seu módulo de finura está entre 2,11 e 3,38. O pó de brita, segundo seu módulo de finura possui diâmetro dos grãos semelhantes à uma areia grossa, possuindo o módulo de finura compreendido entre a faixa de 2,71 a 4,02. Segundo a NBR 7211/2009, o pó de brita não deve ser utilizado para produção de concreto, uma vez que sua composição granulométrica não atende rigorosamente as faixas definidas na norma, como mostra a Figura 6. Porém, a norma também comenta que se ocorrerem testes de dosagem que comprovem a aplicabilidade do agregado, mesmo fora das faixas, ele pode ser utilizado. A brita, conforme a norma, caracteriza-se como uma brita 0 ou pedrisco.

3.2 Resultados da determinação do traço

Foi realizado um ajuste de curva do traço utilizado corriqueiramente pela empresa, por um traço o mais próximo ao de Alves (2021), de acordo com o método definido por Fernandes (2019). No novo traço, foi adicionado pó de brita, devidamente ajustado ao traço de referência, mostrado na Figura 8.

Figura 8 – Curva Granulométrica pelo Método de Fernandes (2019) - Análise com Areia, Pó de Brita e Brita (+ Magnesita)



Fonte: autoria própria.

3.3 Resultados dos ensaios de aceitação na NBR 9781

Com os blocos de concreto já endurecidos, foram realizados os ensaios descritos na NBR 9781/2013 para avaliação de suas características e verificação de sua aplicabilidade na prática, ou seja, em um pavimento intertravado. A primeira análise foi a inspeção visual e a análise dimensional. Em relação ao aspecto visual, as peças que possuíram um melhor acabamento foram as que possivelmente contém mais cimento, porém ambos os traços no geral não apresentaram um aspecto satisfatório.

Na análise dimensional foram separados aleatoriamente 6 blocos de cada traço. O traço com mais cimento e o traço com mais pó obtiveram, em média, largura e espessura com variação de 1 mm e os mesmos valores para comprimento. Os resultados deste ensaio estão presentes na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultado da análise dimensional dos pavers

Traço	Tolerância (mm)		Média (mm)	Desvio Padrão (mm)	Coef. Variação
Com mais cimento	Comprimento (mm)	-1,1	243	1,57	0,64% 0,85% 1,48% 1,77%
	Largura (mm)	-0,3	117	1,00	
	Espessura (mm)	-0,3	81	1,20	
	Índice de forma (IF)		3,0	0,05	
Com mais pó de brita	Comprimento (mm)	-1,4	243	1,12	0,46% 0,89% 2,05% 2,05%
	Largura (mm)	0,5	118	1,05	
	Espessura (mm)	-0,8	79	1,62	
	Índice de forma (IF)		3,1	0,06	

Fonte: autoria própria.

O ensaio de absorção foi executado aos 28 dias após a fabricação dos blocos utilizando uma amostra de três peças para cada traço. A Tabela 4 apresenta os valores médios da absorção de cada traço, desvio padrão e coeficiente de variação.

Tabela 4 – Resultados do ensaio de absorção de água dos pavers

Traço	Média da absorção de água (%)	Desvio Padrão	Coef. Variação
Traço + pó	3,54	0,37	10,44%
Traço + cimento	3,86	0,92	23,96%

Fonte: autoria própria.

Analisando os resultados, nota-se que as absorções individuais, correspondentes as médias de ambos os traços, atenderam os valores de 7% e 6%, respectivamente, que são as máximas porcentagens de absorção aceitas pela norma NBR 9781. Apesar da pouca diferença entre a média da absorção de água dos dois traços, é possível observar que quanto maior a quantidade de cimento, maior a absorção de água.

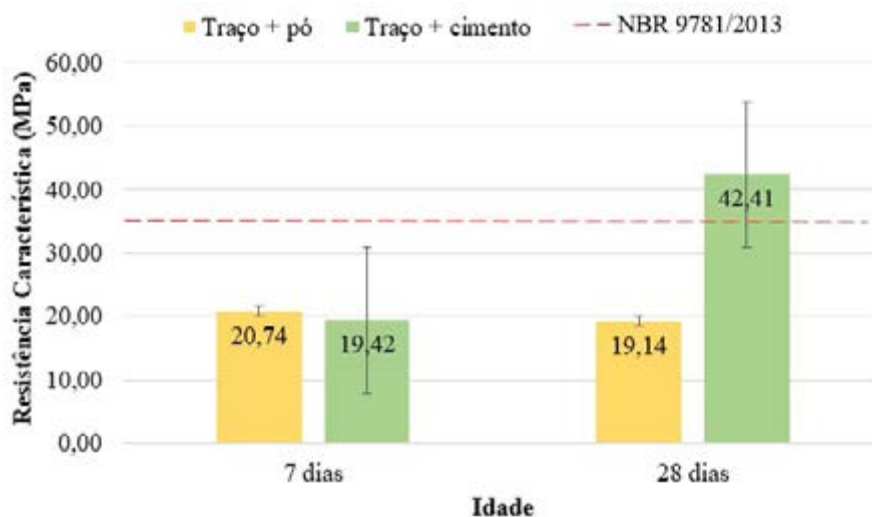
No ensaio de resistência à compressão, o rompimento dos blocos aconteceu nas idades de 7 e 28 dias e a área de carregamento correspondeu à uma base circular de 85 mm de diâmetro, para todas as amostras. Na Tabela 5 estão os resultados da resistência à compressão dos dois traços obtidos conforme exigências da NBR 9781/2013.

Tabela 5 – Resultados do ensaio de resistência à compressão dos pavers

Mistura	Idade	Resistência média-fp (MPa)	Desvio padrão-s (MPa)	Resistência característica estimada-fpk, est (MPa)	Coefficiente de Variação (%)
Traço + pó	7 dias	31,95	12,18	20,74	58,72 %
	28 dias	23,83	5,10	19,14	26,64 %
Traço + cimento	7 dias	28,19	9,53	19,42	49,07 %
	28 dias	53,11	11,63	42,41	27,42 %

Fonte: autoria própria.

A partir dos resultados presentes na Tabela 5, elaborou-se o gráfico exibido na Figura 9. A linha tracejada em vermelho, representa o valor de 35 Mpa, menor valor de resistência exigido pela NBR 9781 para que os pavers possam ser utilizados em vias de tráfego leve. O traço com mais pó não atingiu o limite mínimo para ser utilizado, inviabilizando o seu uso para pavimento intertravado de tráfego leve, já o traço com mais cimento possuiu uma resistência superior ao exigido em norma, podendo ser aplicado.

Figura 9 – Resistência à compressão dos pavers em relação à 35 MPa

Fonte: autoria própria.

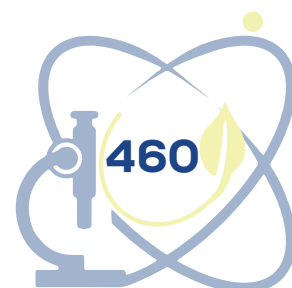
As possíveis causas das baixas resistências do traço com maior quantidade de pó de brita podem estar relacionadas com o excesso deste material, pois além de não proporcionar uma coesão e disposição adequada entre os grãos, apresentava uma superfície mais porosa e arenosa.

5 CONCLUSÕES

Os resultados presentes nesta pesquisa consideram a possibilidade do uso do rejeito de magnesita como agregado graúdo na fabricação, realizada industrialmente, de pavers para pavimento intertravado. Porém vale ressaltar que mesmo o traço com mais cimento apresentando resultados satisfatórios para análise dimensional, absorção e resistência à compressão aos 28 dias, este não apresentou traço e nem umidade bem definidos, devido principalmente as intercorrências na fabricação dos blocos na empresa responsável.

A avaliação da aplicação dos blocos no estacionamento não foi possível, devido a geração dos dois traços não definidos no processo de fabricação e a não distinção correta de ambos. Durante a produção dos blocos, percebeu-se a grande quantidade de material graúdo no traço. Pois, após colocação dos materiais no misturador, verificou-se uma certa dificuldade na máquina para realizar a homogeneização do concreto, o que não ocorre com o traço convencional da empresa.

O uso do rejeito de magnesita como agregado graúdo em blocos de concreto, é uma alternativa econômica e sustentável a ser considerada. Com isso, verifica-se que ainda há potencial para realização de novas pesquisas com o rejeito estudado, utilizando a produção em escala industrial com um traço que melhor se adeque ao maquinário empregado, e em uma empresa menos artesanal, que seja possível ter um melhor controle de qualidade nos procedimentos de fabricação, visando obter parâmetros de análise satisfatórios para aplicação prática dos blocos.



AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Universidade Federal do Cariri pelo financiamento de bolsa PIBIC da qual deriva este trabalho.

REFERÊNCIAS

ALVES, Larissa Benício Esmeraldo. **Avaliação da aplicação do rejeito de magnesita na produção de blocos de concreto para pavimento intertravado**. 2021. 55 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, 2021.

ARAÚJO, Eliane Rocha; OLIVIERI, Renata Damico; FERNANDES, Francisco Rego Chaves. Atividade mineradora gera riqueza e impactos negativos nas comunidades e no meio ambiente. *In: Recursos minerais e sociedade: impactos humanos - socioambientais - econômicos*. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2014. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/1845>. Acesso em: 12 maio 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9781**: Peças de concreto para pavimentação – Especificações e métodos de ensaio. São Paulo: ABNT, 2013.

BAUER, Falcão. **Materiais de construção**. v. 1. 5. ed. Uberlândia - MG: LTC, 2000. 447 p.

COSTA, Luciano Andreatta Carvalho da; SOUZA, Paulo Matheus Souza de. Utilização de graute como capeamento de corpos de prova de concreto para ensaio de resistência à compressão. **Ciência & Engenharia**, [s. l.], 2015. p. 119-129, dez. 2015. ISSN 1983-4071.

FERNANDES, Idário Domingues. **Blocos e Pavers**. Produção e Controle de Qualidade. 8. ed. Treino Assessoria e Treinamentos Empresariais Ltda, 2019.

MORAES, Rayssa Pereira. **Avaliação do rejeito de magnesita como agregado miúdo no bloco de concreto para pavimento intertravado**. 2021. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, 2021.

OLIVEIRA, Alexandre Lima de. **Contribuição para a dosagem e produção de peças de concreto para pavimentação**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.



DOSAGEM DO CONCRETO PARA BLOCOS INTERTRAVADOS USANDO O REJEITO DA MAGNESITA COMO AGREGADO MIÚDO

Rayssa Pereira de Moraes

Lilian Medeiros Gondim

Larissa Benício Esmeraldo Alves

RESUMO

O Estado do Ceará é o segundo maior produtor de magnesita do Brasil, tornando-se também um importante gerador de rejeito, chegando a produzir em torno de 10mil t/mês. O objetivo desta pesquisa foi avaliar os aspectos físicos do rejeito de magnesita para verificar seu potencial quanto agregado miúdo alternativo na produção de concreto seco, como também definir um traço de referência para produção de blocos de concreto que atenda às exigências mínimas de resistência a compressão segundo definições da NBR 9781/2013. Os agregados (convencionais e o alternativo) usados para a fabricação do concreto seco foram caracterizados de acordo com a NBR 7211/2009. Foi realizada em seguida a dosagem do concreto seco utilizando o método de Fernandes (2019) com adaptação na definição da porção dos agregados. Assim, conforme os resultados obtidos, tanto a areia como o rejeito de magnesita não atenderam aos requisitos da NBR 7211 para agregados miúdos usados em concreto. Por outro lado, a partir do processo de dosagem obteve-se o seguinte traço 1:2:2 (cimento/areia/brita) que aos 7 dias já atingia a resistência mínima exigida para blocos de concreto para pavimento intertravado.

Palavras-chave: pavimentação intertravada; concreto seco; magnesita; agregado alternativo.

ABSTRACT

Ceará is the second biggest Brazilian producer of magnesite, being an important generator of magnesite's rejects too, producing around 10 thousand t/month of rejects. Thereby, the objective of this research was to evaluate the physical



aspects of the magnesite's reject to verify its potential as an alternative fine aggregate in the production of dry concrete, as well as to define a reference trace for the production of dry concrete that meets the minimum requirements of compressive strength according to definitions of NBR 9781/2013. The aggregates (conventional and alternative) used to manufacture dry concrete were characterized according to NBR 7211/2009. The dosage of dry concrete was then defined using the method of Fernandes (2019) with adaptation in the definition of the portion of the aggregates. Thus, according to the results obtained, both the sand and the magnesite tailings did not meet the requirements of NBR 7211 for fine aggregates used in concrete. On the other hand, from the dosing process, the following trace was obtained 1:2:2 (cement/sand/gravel) which at 7 days already reached the minimum resistance required for concrete blocks for interlocking pavement.

Keywords: interlock paving; dry concrete; magnesite; alternative aggregate.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Costa e Correia (2009), o Ceará possui uma das maiores reservas conhecidas do minério magnesita que é, naturalmente, a principal fonte de magnésio. Por outro lado, é também um importante gerador de rejeito oriundo do beneficiamento desse minério. Sem utilidade comercial, esses materiais se acumulam em áreas pertencentes à empresa gerando custos e externalidades diversas. Segundo a empresa Magnesium do Brasil S/A, com sede no Ceará, a produção desse rejeito no ano de 2020 atingiu cerca de 10 mil toneladas mensais.

Nesse contexto, o uso dos blocos de concreto para pavimentação intertravada, nomeados também por *pavers*, aumentou de forma expressiva em razão das diversas vantagens que esse produto oferece, com destaque na facilidade de assentamento, a liberação para o tráfego rapidamente, a acessibilidade às redes subterrâneas, a praticidade na manutenção e o auxílio na drenagem (AMADEI, 2011). Diante desse crescimento, o *paver* surge como um importante candidato a absorver matérias alternativas em busca de equilíbrio entre os aspectos ambientais, tecnológicos e econômicos (FIORITI, 2007).

Além disso, em consequência do aumento do consumo, constata-se também um aumento de indústrias que fabricam este tipo de pavimento. No entanto, segundo Oliveira (2004), poucas são as fábricas que conseguem garantir as resistências características preconizadas pela norma NBR 9781.

O concreto usado para fabricação dos blocos é o concreto seco que, diferentemente do concreto plástico, dispõe de poucos métodos de dosagem, devido à grande variação de densidade da mistura, provocada pela diversidade de equipamentos disponíveis no mercado e suas respectivas capacidades de compactação (FERNANDES, 2019). Além disso não há garantia da homogeneidade das fontes fornecedoras de materiais (RODRIGUES, 1995). Esses fatos dificultam a possibilidade de generalizar um único método de dosagem, sendo necessário um estudo e adequação do método escolhido ao equipamento utilizado e aos materiais (FERNANDES, 2019; RODRIGUES, 1995).

Sabendo-se da necessidade de soluções mais sustentáveis quanto ao uso de recursos naturais, além de um destino adequado para o rejeito de magnesita, como também de traços que confirmam resistência adequada aos blocos de concreto, este trabalho teve como objetivo avaliar os aspectos físicos do rejeito de magnesita a partir da caracterização para verificar o potencial técnico da aplicação do resíduo como agregado miúdo na produção de blocos de concreto para pavimentação intertravada e apresentar o traço de referência para a produção de *paver*.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materias

Para a elaboração do presente trabalho foram utilizados os seguintes materiais: i) areia natural como agregado miúdo; ii) brita granítica como agregado graúdo; iii) o rejeito de magnesita passante na peneira 4,75 mm como agregado miúdo alternativo advindo do rejeito produzido na extração da magnesita, extraído do Depósito do Torto e coletado na empresa Magnesium do Brasil em Jucás-CE; iv) cimento do tipo CP V (ARI); e v) aditivo Muraplast fk 101 cedido pela empresa Bendermix, localizada em Juazeiro do Norte-CE.



2.2 Métodos

Na perspectiva de atingir os objetivos desta pesquisa foi estabelecido uma sequência metodológica de duas etapas: caracterização dos agregados (convencionais e rejeito de magnesita) e definição do traço de referência. A caracterização dos materiais tem como finalidade obter os principais parâmetros físicos dos componentes que serão empregados para a fabricação do concreto para confecção dos *pavers*.

Os procedimentos para a realização dos ensaios de caracterização foram conforme estabelecidos em normas da ABNT e estão listados na Tabela 1. A fração fina do rejeito de magnesita foi analisada como um agregado miúdo, logo os ensaios adotados para a areia natural também foram realizados com o agregado miúdo alternativo. A segunda etapa compreendeu a definição das proporções dos materiais utilizados para a fabricação do concreto. O método de dosagem utilizado para definição do traço de referência nesta pesquisa foi o recomendado por Fernandes (2019) fundamentado em três análises: granulométrica, umidade ótima e consumo de cimento.

Em relação ao primeiro estudo o autor recomenda que os agregados se enquadrem em faixas granulométricas específicas do método para que os *pavers* tenham bom acabamento na superfície e sejam peças resistentes. Portanto, analisaram-se as curvas granulométricas ponderadas dos agregados convencionais (brita e areia natural) a fim de ajustar a melhor proporção de cada agregado de acordo com os limites das faixas granulométrica sugeridas pelo método. Após alguns testes, a proporção que melhor se enquadrou foi a de 90% de areia natural e 10% de brita, conforme Figura 1.

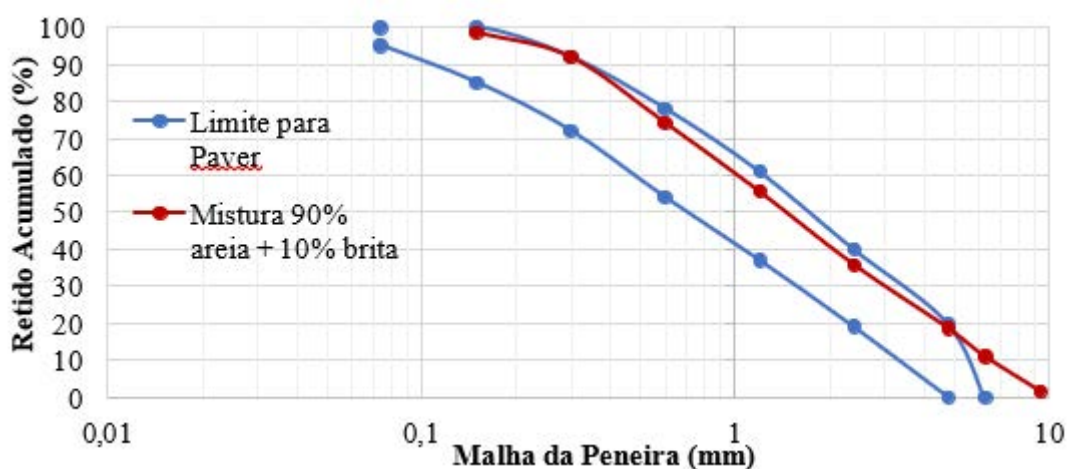
Tabela 1 – Ensaios de caracterização dos agregados

Agregados Miúdos (convencional e do rejeito de magnesita)	
Composição granulométrica	NBR NM 248/2003
Massa específica	NBR 16916/2021
Absorção de água	NBR 16916/2021
Material pulverulento	NBR 16973/2021
Massa unitária	NBR 16972/2021

Agregado Graúdo	
Composição granulométrica	NBR NM 248/2003
Massa específica	NBR 16917/2021
Absorção de água	NBR 16917/2021
Material pulverulento	NBR 16973/2021
Abrasão "Los Angeles"	NBR 16974/2021
Massa unitária	NBR 16972/2021

Fonte: autoria própria.

Figura 1 – Análise das curvas granulométricas pelo método de Fernandes (2019)



Fonte: autoria própria.

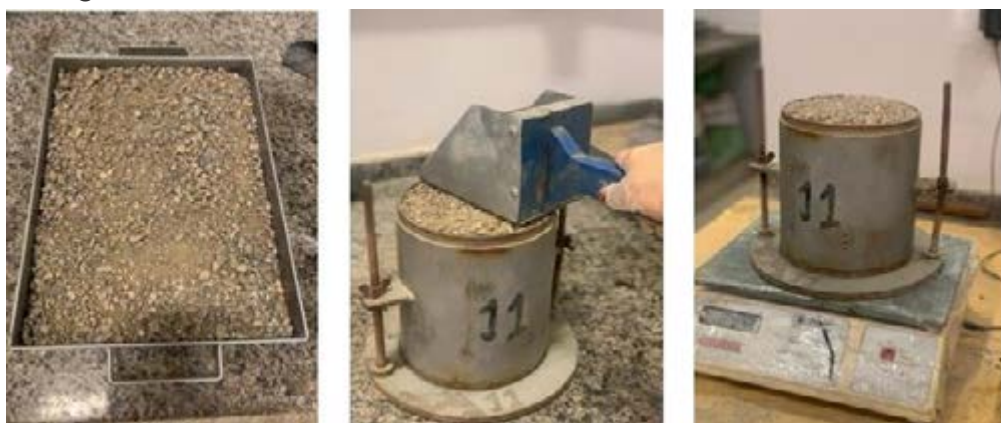
No entanto, esse alto teor de 90% do agregado miúdo no concreto implica em um aumento no teor de argamassa para envolver esses grãos mais finos e para Fernandes (2019) é prejudicial ao *paver* em relação à resistência da peça, uma vez que haverá um aumento de retração e absorção. Além disso, como pode ser observado, a proporção que melhor se ajustou ainda apresenta uma porção grossa fora da faixa recomendada. Por esses fatores, foi necessário adaptar este primeiro processo da dosagem.

Nesse caso, Rodrigues (1995) propõe outra análise para verificar a proporção adequada de agregados para a produção de *pavers* chamado de método do Menor Volume de Vazios. O procedimento consiste em avaliar o volume de vazios em misturas de areia e pedrisco com variadas proporções desses, utilizando recipiente com dimensões previamente conhecidas. A mistura que apresentar o melhor empacotamento, ou seja, o menor volume de

vazios, resultará em uma mistura com alta densidade e, em consequência disso, melhores resistências mecânicas.

Verificaram-se as proporções de 20%, 30%, 40%, 45 %, 50%, 60%, 70%, 80% e 90% de areia em relação ao total de agregados para investigar qual apresentava o menor coeficiente de vazios. Os materiais foram pesados e misturados em uma bandeja até a sua uniformidade. As misturas foram então inseridas em três camadas no recipiente metálico com volume conhecido, sendo cada camada compactada com 25 golpes com a haste metálica distribuídos uniformemente na superfície da mistura. Por fim, o material excedente foi removido por arrasamento e o conjunto foi pesado. Os procedimentos estão apresentados na Figura 2.

Figura 2 – Procedimento do método do menor volume de vazios



(a) Mistura dos Agregado

(b) Arrasamento

(c) Pesagem da mistura

Fonte: autoria própria.

A umidade ótima do concreto seco utilizada nesta pesquisa foi de 9% em relação aos materiais secos (cimento, areia natural e brita). Essa umidade foi testada por Alves (2021), que verificou que, além desta proporcionar melhor trabalhabilidade e coesão à mistura, também foi a umidade que mostrou bons resultados em relação à resistência à compressão do concreto seco por meio método de fabricação manual do *paver* proposto pela autora.

A próxima etapa da dosagem foi definir o consumo de cimento utilizando o método de Fernandes (2019), no qual são produzidas misturas de concreto fixando a proporção de agregados e umidade, e variando a quantidade de cimento das amostras. Para tanto, foram produzidas cinco misturas com diferentes

relações cimento/agregado, variando entre misturas ricas que são misturas com alto teor de cimento, a misturas pobres. A misturas para definição da proporção de cimento estão mostradas na Tabela 2.

A moldagem desses CP's (corpos de prova) seguiu a proposta apresentada por Alves (2021). Dado que o concreto seco tem baixa trabalhabilidade, o equipamento mais utilizado para a confecção dos *pavers* é a vibroprensa. Devido a ausência desse equipamento nos laboratórios da Universidade Federal do Cariri, Alves (2021) propôs um método que consiste em compactar o concreto em três camadas com haste de seção circular, empregada no ensaio de *Slump test*, e usar o agitador de peneiras magnético, que é utilizado no ensaio de granulometria para promover vibração e adensar o concreto.

Tabela 2 – Misturas realizadas para definição do consumo de cimento

Misturas	Relação cimento/agregado	Consumo de cimento (kg/m ³)
1	1/1,5	843,9
2	1/2	703,5
3	1/3	540,0
4	1/4	460,3
5	1/5	383,6

Fonte: autoria própria.

Com a cura e desforma dos CP's, após 7 dias da moldagem foi executado o ensaio de resistência à compressão simples (RCS) na prensa hidráulica. A partir dos resultados desse ensaio gerou-se uma curva por regressão polinomial que mostra a correlação da resistência à compressão do bloco com a proporção cimento/agregado. Dessa forma, com a proporção ideal para o empacotamento dos agregados, a umidade ótima e o consumo de cimento, foi definido o traço de referência para produção do concreto seco.

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1 Resultados da caracterização dos materiais

A composição granulométrica realizada nos agregados miúdos (areia e rejeito de magnesita) é apresentada na Figura 3. Na Figura 3 há também as curvas de zona ótima e utilizável descritas na NBR 7211/2009. A dimensão máxima

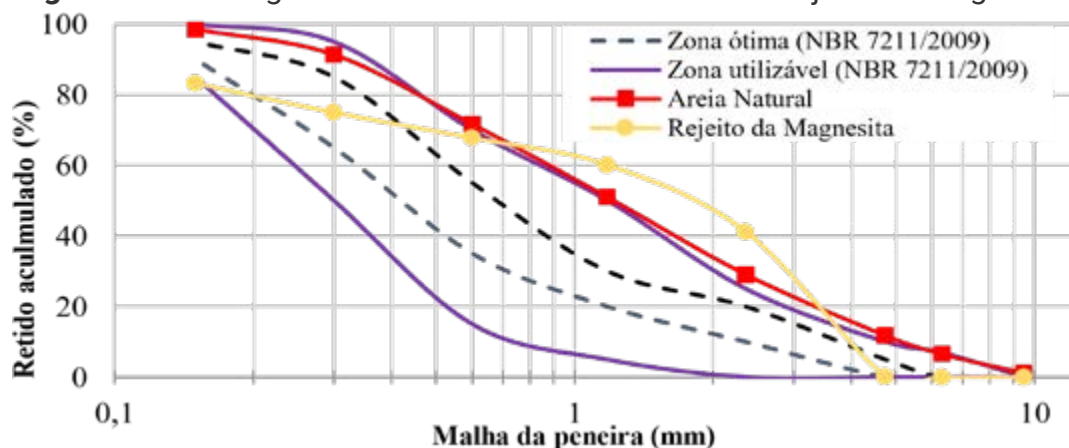
característica (DMC) dos agregados e o módulo de finura estão expostos na Tabela 3. De acordo com as faixas estabelecidas por Bauer (2000) de módulo de finura que classificam a areia quanto areia grossa, média, fina e muito fina, tanto a areia quanto o rejeito de magnesita se enquadraram na classificação de areia grossa. Ainda segundo a norma, a curva granulométrica da brita está compreendida na faixa 4,75/12,5, faixa que representa a brita 0 ou pedrisco.

Tabela 3 – Dimensão máxima característica e módulo de finura dos materiais

Parâmetros	Areia Natural	Brita	Rejeito de Magnesita
DMC	9,5 mm	9,5 mm	4,75 mm
Módulo de Finura	3,54	5,73	3,27

Fonte: autoria própria.

Figura 3 – Curva granulométrica da areia natural e do rejeito de magnesita



Fonte: autoria própria.

O resumo dos ensaios para caracterizar os agregados está na Tabela 4. Em relação à massa unitária, segundo Metha e Monteiro (2014), é um parâmetro que classifica os agregados em leves, normais ou pesados. Assim, conforme os autores todos os agregados se enquadraram na classificação de normais.

Tabela 4 – Resumo dos ensaios de caracterização

Ensaio	Areia Grossa	Agregados	Brita 0	Referência normativa (NBR 7211:2009)	
		Rejeito de magnesita		Miúdo	Graúdo
Massa unitária - kg/m ³	1590	1920	1480	-	-
Densidade do agregado na condição seca - g/cm ³	2,45	2,84	2,49	-	-
Densidade na condição saturada superfície seca - g/cm ³	2,5	2,86	2,53	-	-
Absorção de água (A) - %	2	1	1,7	-	-
Material pulverulento - %	4,93	10,5	1,47	3	1
Abrasão "Los Angeles"	-	-	29,54	-	<50

Fonte: autoria própria.

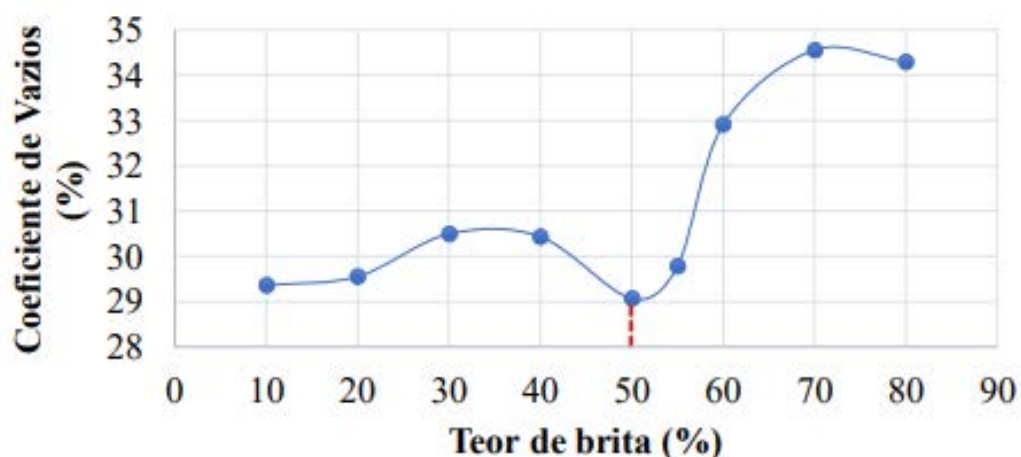
Em relação à densidade, o rejeito de magnesita foi o que apresentou o maior valor quando comparado aos outros agregados, e também o que mostrou ter menor absorção de água. Para o teor de finos, ou material pulverulento, nenhum material atendeu às exigências da norma, tendo o rejeito de magnesita apresentando teor maior que a areia grossa. Já no que diz respeito à resistência ao desgaste, avaliado com o ensaio de abrasão Los Angeles, a brita 0 atendeu ao requisito prescrito na NBR 7211:2009.

Verificou-se que a areia grossa e o rejeito de magnesita não se enquadraram nas faixas recomendadas na NBR 7211/2009 para o uso desses agregados na produção de concreto. Além disso, nenhum dos três materiais atenderam aos limites de material pulverulento. No entanto, a NBR 7211/2009 comenta que caso ocorram testes de dosagem comprovando a aplicabilidade desses agregados, mesmo não atendendo as faixas recomendadas, esses podem ser utilizados em concreto. Neste caso, durante o processo de dosagem constatou-se que havia aplicabilidade dos agregados convencionais para a produção do concreto, pois a partir dos resultados da etapa para definir o consumo de cimento, percebeu-se que as misturas atingiram resistência à compressão significativas.

3.2 Resultados da determinação do traço

Em relação à determinação da fração de agregados, as proporções de areia e brita relacionadas com seus respectivos coeficientes de vazios estão na Figura 4. Assim, a proporção que conferiu a menor quantidade de vazios à mistura foi 50 % areia e 50 % brita.

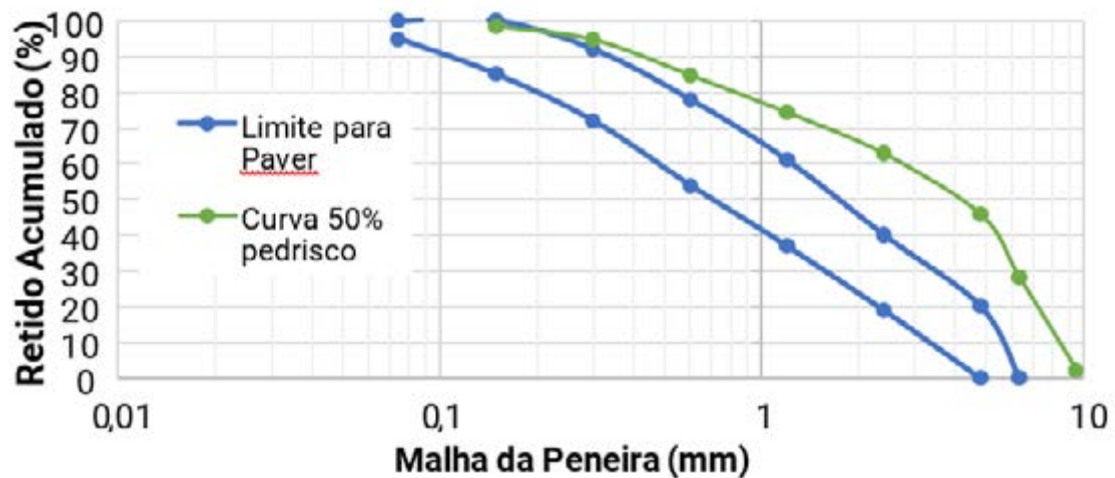
Figura 4 – Teor de pedrisco para obtenção do menor volume de vazios



Fonte: autoria própria.

Verificou-se que a proporção encontrada no método de Fernandes (2019) (10% pedrisco / 90% areia) não obteve o menor coeficiente de vazios. Da mesma forma, a curva obtida pelo menor volume de vazios (50% de pedrisco) não se enquadra totalmente nos limites indicados por Fernandes (2019), conforme observado na Figura 5. Isto é um indicador que ainda há muito empirismo em relação aos métodos de dosagem e que cada um avalia critérios diferentes.

Figura 5 – Curva com 50% pedrisco e 50% areia pelo método de Fernandes (2019)



Fonte: autoria própria.

Quanto a definição do consumo de cimento, para cada mistura foram moldados três corpos de prova cilíndrico com 10 cm de diâmetro. Após a cura, foram retificados para garantir que sua espessura se assemelhasse à espessura do *paver* que é 8 cm. A Figura 6 mostra os CP's (corpos de prova) após o ensaio de RCS.

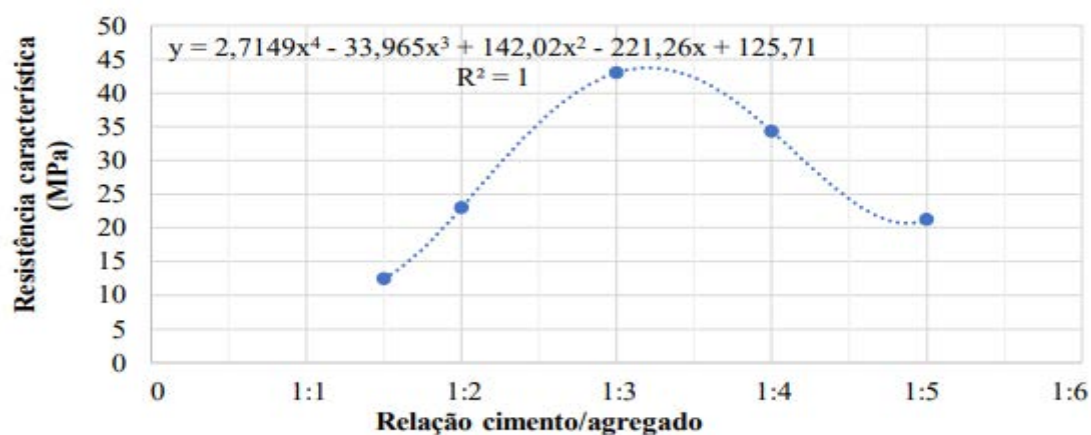
Figura 6 – CP's após o ensaio de RCS



Fonte: autoria própria.

A partir dos resultados do ensaio RSC foi elaborada a curva por regressão polinomial exibida na Figura 7, que associa a resistência à compressão característica aos 7 dias com o teor cimento/agregado. A resistência exigida pela NBR 9781/2013 é que o concreto endurecido do *paver* tenha no mínimo 35 Mpa aos 28 dias para que as peças sejam utilizadas em tráfego solicitado por pedestres, veículos leves e comerciais. Analisando a curva, a proporção 1:4 (cimento:agregado) é a que melhor se aproxima do valor exigido, assegurando que aos 28 dias as peças atingirão um valor superior ao especificado pela norma.

Figura 7 – Curva de consumo de cimento × resistência à compressão



Fonte: autoria própria.

Portanto, com os resultados das etapas anteriores, estabeleceu-se o traço de referência do concreto seco, em massa. O traço tem proporção de 1:4, sendo 1:2:2 (cimento:areia:brita) com 9% de umidade em relação aos materiais secos e com 0,4 % de aditivo plastificante, em relação à massa do cimento, como recomenda Fernandes (2019).

4 CONCLUSÃO

Os resultados expostos no presente trabalho indicaram a importância da caracterização dos agregados para que os artefatos produzidos com concreto seco atendam à exigência de resistência à compressão em norma. Apesar da moldagem ter sido feita por método manual, e com isso, sem controle de compactação da mistura, os corpos de prova com a proporção de 1:4 (cimento/agregado) atingiram após 7 dias de moldagem a média de resistência à

compressão mínima exigida em 28 dias na NBR 9781/2013.

Além disso, observou-se durante a caracterização dos agregados que a areia grossa e o rejeito de magnesita não atenderam os parâmetros exigidos para a confecção de concreto pela NBR 7211/2009 quanto o limite de material pulverulento e em relação as faixas granulométricas de zona ótima e utilizável. Em contrapartida, o estudo de dosagem mostrou que os materiais conferiram resistência significativas. Portanto, há indícios na caracterização física que o rejeito de magnesita não poderia ser utilizado na produção de concreto. Para verificar o seu potencial de substituição do agregado miúdo é necessário fabricar blocos de concreto utilizando o traço de referência dessa pesquisa com substituições parciais do agregado miúdo convencional pelo alternativo e analisar as características físicas e mecânicas dos blocos produzidos.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de expressar sua gratidão à Universidade Federal do Cariri pela concessão da bolsa PIBIC da qual deriva este trabalho.

REFERÊNCIAS

ALVES, Larissa Benício Esmeraldo. **Avaliação da aplicação do rejeito de magnesita na produção de blocos de concreto para pavimento intertravado**. 2021. 55 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, 2021.

AMADEI, Daysa Ione Braga. **Avaliação de blocos de concreto para pavimentação produzidos com resíduos de construção e demolição do Município de Juranda/PR**. 153 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Maringá, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9781**: Peças de concreto para pavimentação – especificações e métodos de ensaio. São Paulo: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7211**: Agregados: para concreto – especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

COSTA, Augusto César da Matta; CORREIA, Danilo Mário Behrens. Magnesita. In: BRASIL, Departamento Nacional de Produção Mineral. **Economia Mineral do Brasil**. Brasília, DF: DNPM, 2009. cap. 6.



FERNANDES, Idário. **Blocos e Pavers**: produção e controle de qualidade. 8. ed. [S. l.]: Treino Assessoria e Treinamentos Empresariais Ltda, 2019. 200 p.

FIORITI, Cesar Fabiano. **Pavimentos intertravados de concreto utilizando resíduos de pneus como material alternativo**. São Carlos. 202 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

MEHTA, Kumar; MONTEIRO, Paulo. **Concreto**: Microestrutura Propriedades e Materiais. 3. ed. São Paulo: Pini, 2008. 674 p.

OLIVEIRA, Alexandre Lima de. **Contribuição para a dosagem e produção de peças de concreto para pavimentação**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

RODRIGUES, Públio Penna Firme. **Fabricação de blocos pré-moldados de concreto para pavimentação**. 2. ed. [S. l.]: Associação Brasileira de Cimento Portland: ABCP, 1995. 20. (BT-103).



DESENVOLVIMENTO DE AUTOMAÇÃO EM SISTEMA HIDROPÔNICO NFT DE BAIXO CUSTO: CULTURA DO ALFACE

Antonio Hyago Mendes Gonçalves

Ana Célia Maia Meireles

Leoncio Gonçalves Rodrigues

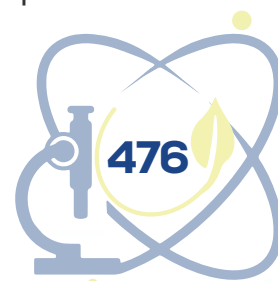
RESUMO

O cultivo hidropônico é uma boa solução para uma produção sustentável e com alta rentabilidade, já que este, se executado de forma correta, não haverá problemas com pragas e doenças que são de grande custo para agricultura convencional. A hidroponia também é um sistema que se pode adaptar a qualquer região já que é independente de solo, tem baixa necessidade hídrica e possível automatizar. Este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema de automação em cultivo hidropônico na cultura da alface utilizando o Arduino como ferramenta e visando também um baixo custo de implementação e funcionamento. O projeto funciona utilizando sensores de temperatura, umidade e luminosidade que adequa o funcionamento do sistema operando com bases nesses parâmetros que controlam o funcionamento do sistema de bombeamento e ter um maior aproveitamento da energia e melhor utilização da solução nutritiva. O Arduino também surge como uma ferramenta de simples execução e fornece suporte a vários tipos de complementos, sensores e módulos que podem ser utilizados para criações de uma grande gama de sistemas automáticos, principalmente na área da hidroponia.

Palavras-chave: arduino; automação; hidroponia; baixo custo; alface.

ABSTRACT

For a better use of resources, both water and energy, and a low operating cost, an automated and sustainable way of producing crops of commercial value is sought. Arduino is a tool that introduces the concept of free hardware, in a way that allows you to customize devices as needed. This work aimed to develop an



automation system in hydroponic cultivation of the NFT type for the cultivation of lettuce using Arduino as a tool and aiming to develop a low-cost system of implementation and operation. For the project, light sensors (LDR) and air temperature and humidity (DHT11) were used to control the operation of the pumping system and have a better use of energy and use of the nutrient solution, from a decision system. Arduino proved to be a simple tool, providing support for various types of complements, sensors and modules, and of great efficiency in controlling the system for providing the nutrient solution in hydroponic production.

Keywords: arduino; automation; hydroponic; lettuce; low cost.

1 INTRODUÇÃO

A hidroponia é uma técnica ou ciência utilizada para cultivar plantas sem a presença de solo, transferindo os nutrientes que a planta necessita somente por meio de solução aquosa enriquecida, que dará subsídio para seu desenvolvimento. Essa água será uma solução balanceada, rica em nutrientes, com a presença de elementos como nitrogênio, fósforo, potássio, dentre outros, de acordo com cada espécie vegetal. Tem-se o controle rigoroso do pH e da concentração dos nutrientes para que o vegetal cresça nas melhores condições possíveis. A técnica também é adaptada conforme a região onde as plantas serão cultivadas em razão das diferenças climáticas, escassez de água ou falta de nutrientes (LAY-YANG, 2022).

Visando um melhor aproveitamento de recursos, tanto hídricos como energéticos, e um baixo custo de implementação, viu-se a necessidade de buscar por uma forma de produção sustentável, aplicando isso em culturas de grande valor comercial. A introdução da automação é de grande valia no aporte a tecnologia, a procura constante por desenvolvimentos nessa área vem crescendo no mercado. O Arduino foi tido como a ferramenta encontrada e que atende todas as questões levantadas e tem um funcionamento simples.

O Arduino é uma plataforma *open-source* (código aberto) baseado em *software* e *hardware* fáceis de usar. Desenvolvida em 2005 por uma empresa italiana com objetivo para uso educacional e científico.

O objetivo deste trabalho é avaliar a adaptabilidade e funcionamento do Arduino na automação de um sistema de cultivo hidropônico *Nutrient Film Technique* (NFT - técnica de fluxo laminar) na cultura da alface.



2 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado no laboratório de Hidrologia e Hidráulica e conduzido em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB), da Universidade Federal do Cariri – UFCA, Campus Crato-CE, no período de 04 de abril a 26 de maio de 2022 sob latitude $-7^{\circ} 13' 48''$ S e longitude de $-39^{\circ} 21' 36''$ W. Conforme classificação climática de Thornthwaite, o clima da região é o B1rW2A'a' com temperatura média anual de $25,10^{\circ}\text{C}$ e precipitação média 1086 mm ano^{-1} , com chuvas concentrando-se de janeiro a maio (LIMA *et al.*, 2017).

Para a realização do experimento foram utilizadas 3 bancadas ($2,00 \times 3,00\text{ m}$) confeccionadas em madeira instaladas dentro de uma casa de vegetação coberta com tela de sombreamento com fator de retenção de 50% com dimensões $4,00 \times 10,00 \times 2,00\text{ m}$ de largura, comprimento e altura.

Cada bancada possui cinco perfis espaçados em $0,30\text{ m}$, confeccionados com tubos de PVC (“linha de esgoto reciclável”) com comprimento de $3,00\text{ m}$, com seção interna de $\varnothing 0,075\text{ m}$, onde foram feitas perfurações com $\varnothing 0,05\text{ m}$ espaçadas em $0,25\text{ m}$ para disposição da cultura. Portanto, perfazendo uma população de 50 plantas para cada bancada, onde cada perfil comporta 10 plantas em seu respectivo tratamento. A declinação dos perfis utilizada foi de 3%.

A circulação da solução nutritiva foi compartilhada entre os perfis das três bancadas para cada tratamento, onde as soluções nutritivas retornam para os reservatórios de origem. O contato da alface com a solução dar-se apenas através de seu sistema radicular. A solução nutritiva foi armazenada em sistemas independentes, onde cada recipiente tinha seu próprio sistema de bombeamento.

As bombas foram instaladas individualmente em 5 recipientes de 50 L , compartilhados entre os blocos das bancadas de salinidade. Sendo produzidos 250 L de solução nutritiva na fase inicial. No bombeamento da solução nutritiva foram utilizadas 4 bombas automáticas, compartilhadas entre os blocos e seus respectivos tratamentos. As bombas ao qual o módulo aciona detêm potência de 19 w e funcionam a uma tensão de 12 v com uma vazão de 800 L h^{-1} .

A circulação da solução nutritiva foi automatizada em função da luminosidade, temperatura e umidade do ar. Durante o dia, por um tempo de 15



minutos com ciclos de 10 ou 15 min e a noite, por 15 min com um ciclo de 60 ou 120 min, onde o ciclo menor objetivou atenuar os efeitos do estresse salino e variações da temperatura e umidade do ar.

Desta forma foi utilizada uma programação que adequasse o fluxo de início e término do funcionamento das bombas e a disponibilização da solução nutritiva baseada nas leituras de temperatura e umidade e baseado no período do dia.

O sistema montado foi constituído por uma placa Arduino Uno (Rev3), 2 módulos relé de 5 volts que tem uma corrente de operação de 15 a 20 mA, suportando uma corrente máxima de 10A; 1 sensor de luminosidade LDR que opera com uma corrente de 20 mA, pode ser utilizado para identificar o dia e a noite; 1 sensor de temperatura e umidade DHT11, fonte 12V, e um módulo cartão SD.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Na região semiárida, os cultivos hidropônicos vêm ganhando espaço, devido ao menor requerimento de água quando comparado aos métodos tradicionais. Além disso, há o benefício de se utilizar águas de qualidade inferior, como as salinas e salobras (SANTOS *et al.*, 2010; DIAS, 2019).

Por ser uma técnica que não requer o uso do solo, ao qual a solução nutritiva em sistema NFT escoar sobre perfis em um sistema fechado, onde não ocorre sua degradação (JERÔNIMO; VASCONCELOS; 2012; BEZERRA NETO *et al.*, 2017; DIAS, 2019) é gerado menos impactos ambientais quando comparada às demais formas de cultivo. Em cultivos tradicionais é necessário maiores áreas desmatadas, revolvimento do solo, aplicação de agrotóxicos e fertilizantes sobre o solo.

Desta forma, cultivos como o hidropônico viabilizam o desenvolvimento social econômico de uma região como o semiárido, pois além de trazer consigo aspectos econômicos, traz a inclusão social e, conseqüentemente, o desenvolvimento sustentável. Sua versatilidade e formas de aplicação permitem adequar-se à realidade do sertanejo.

Entre os modelos hidropônicos mais comuns está o sistema de fluxo

laminar o “NFT”. Esse sistema NFT vem sendo adotado principalmente para cultivos comerciais, por apresentar vantagens como fácil instalação, requerer menor quantidade de solução nutritiva e adequar-se aos mais variados ambientes (BEZERRA NETO *et al.*, 2017). Esse modelo, estabelece um fluxo contínuo de solução nutritiva que percorre o perfil em ciclos pré-definidos, comumente de 15 minutos em regiões de clima quente (PAULUS, 2008).

Em hidroponia, as soluções nutritivas têm a função de disponibilizar os nutrientes em quantidade necessária para o desenvolvimento de cada cultura ou conjunto de culturas (BEZERRA NETO *et al.*, 2017). Existem diversas formulações de soluções para uma grande diversidade de culturas, sendo que os elementos nutritivos essenciais as plantas podem ser agrupadas em organógenos, macronutrientes primários e macronutrientes secundários (MALAVOLTA, 2006).

Em sistemas hidropônicos, além da fisiologia da planta, a temperatura e umidade do ar são fatores que influenciam na escolha da frequência das irrigações (ANDRIOLO, 1999).

Segundo Taiz *et al.* (2017), o conteúdo de saturação de vapor de água aumenta a exponencialmente com a temperatura, tendo um impacto marcante nas taxas transpiratórias, e conseqüentemente no desenvolvimento das plantas.

A alface (*Lactuca sativa* L.) é a planta cultivada em maior escala pela Técnica do NFT devido à sua fácil adaptação ao sistema (PAULUS *et al.*, 2010). O cultivo hidropônico da alface apresenta bom retorno econômico, alta produção, ciclo curto e fácil manejo. De acordo com Silva e Schwonka (2001), apesar do custo inicial elevado, em médio prazo se consegue converter o investimento em benefícios. A produção é contínua durante todo o ano e a qualidade do produto é alta, podendo alcançar bons preços em virtude do valor nutritivo e qualidade final do produto.

O Arduino, criado em 2005 na Itália, é um hardware com o objetivo de desenvolver um equipamento de baixo custo funcional e fácil de programar, dinamizando e viabilizando estudos nas mais diversas áreas do conhecimento. Além disso, apresenta o conceito de hardware livre, de maneira que qualquer indivíduo pode personalizar o dispositivo da maneira que lhe for conveniente. Uma placa Arduino é capaz de realizar a leitura de diversos tipos de sensores, assim como acionar outros (BACHINSKI; STEFANELLO, 2018).



Existe diferentes tipos de placas de Arduino, sendo a UNO considerada a placa padrão. A placa de Arduino UNO R3, têm como principais características uma corrente máxima de 500mA, tensão de operação de 5v na USB e tensão de alimentação de 12v no conector tipo “Jack”.

Possui 14 pinos que podem ser utilizados como entradas e saídas digitais com tensão de 5v e corrente máxima de 40 mA por pino, além disso, conta com mais 6 pinos analógicos, com resolução de 10 bits, onde por padrão o conversor AD está ligado ao 5v, desse modo em estado Alto “5v” a leitura será de no máximo 1023 e em estado baixo 0. A placa utiliza o microcontrolador ATMEGA328 que é responsável por gerenciar a programação e conta com um conversor ATMEGA16U2 de USB para serial permitindo o upload dos algoritmos.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Há vários tipos de sistemas utilizados nos controles de irrigação, os controladores e temporizadores, mas a sua maioria tem preços muito elevados que são limitantes na criação de um sistema de baixo custo. Esses dispositivos também têm uma maior restrição quanto ao funcionamento, limitados a temporização do sistema de irrigação ou fluxo de água.

O Arduino apresenta tem um teto elevado de funcionamento que além do controle do fluxo de água permite a implantação de outros sistemas como sensores de temperatura e umidade do ar e do solo, pH, condutividade elétrica, luminosidade entre outros, e permitir uma melhor interação entre esses fatores e funcionamentos dos equipamentos.

O preço do Arduino é outro fator decisivo por exemplo a placa Arduino Uno R3 tem um custo de R\$ 78,90 em comparação com o Rain Bird ESP-RZXe, um controlador, que custa R\$ 672,00 (ver outros preços na Tabela 1).

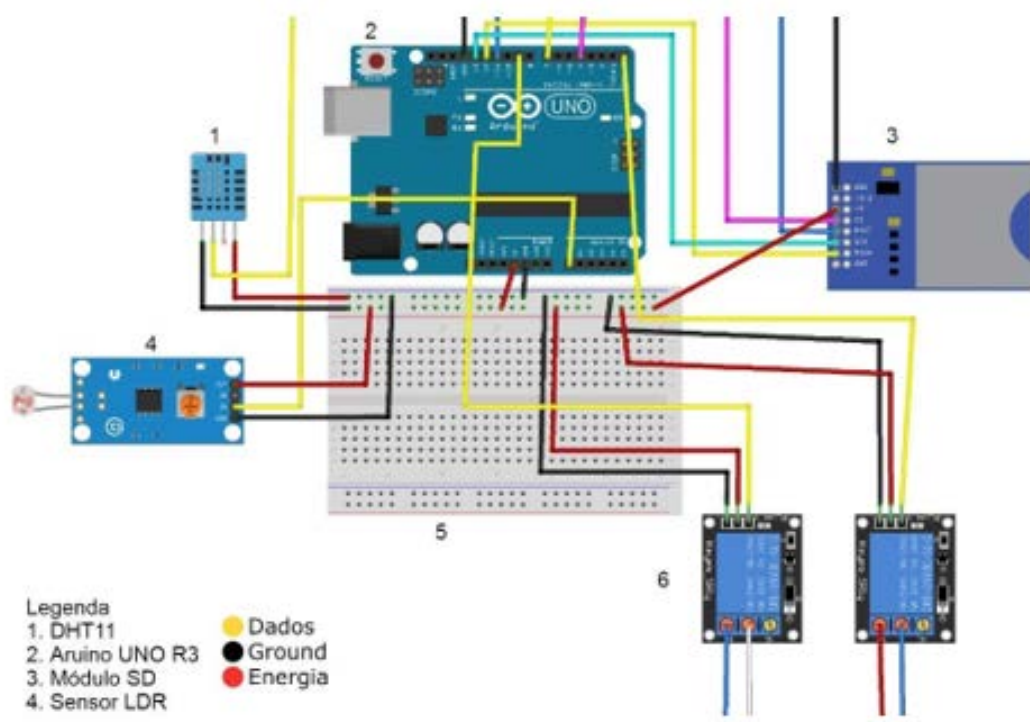
Tabela 1 – Preços de controladores e temporizadores em comparação com o sistema Arduino

Produtos Controladores	Preço
Rain Bird ESP-RZXe	R\$ 672,00
Temporizador Eletrônico Para Irrigação Aquapro® Netafim	R\$ 775,00
Controlador Galcon AC-4S	R\$ 919,00
Controlador Irrigação X-Core Hunter	R\$ 725,00
Sistema Arduino (sem as bombas) *	R\$ 249,60

*Lista de preços do sistema arduino está na tabela 2

Fonte: autoria própria (2022).

Na Figura 1 tem-se o sistema de automação desenvolvido utilizando o Arduino Uno R3, os módulos e os sensores. Na Figura observa-se o diagrama de montagem do Arduino na protoboard mini, no qual tem-se acoplados os sensores LDR, DHT11, Módulo Relé, Módulo SD, bem como o esquema das bombas.

Figura 1 – Diagrama de sistema de automação para cultivo hidropônico com Arduino Uno R3 e módulos LDR, SD, sensor DTH11, módulos relés e bombas de água 12v de 800 L h⁻¹

Fonte: autoria própria (2022).

Tabela 2 – Tabela de preço dos componentes do sistema

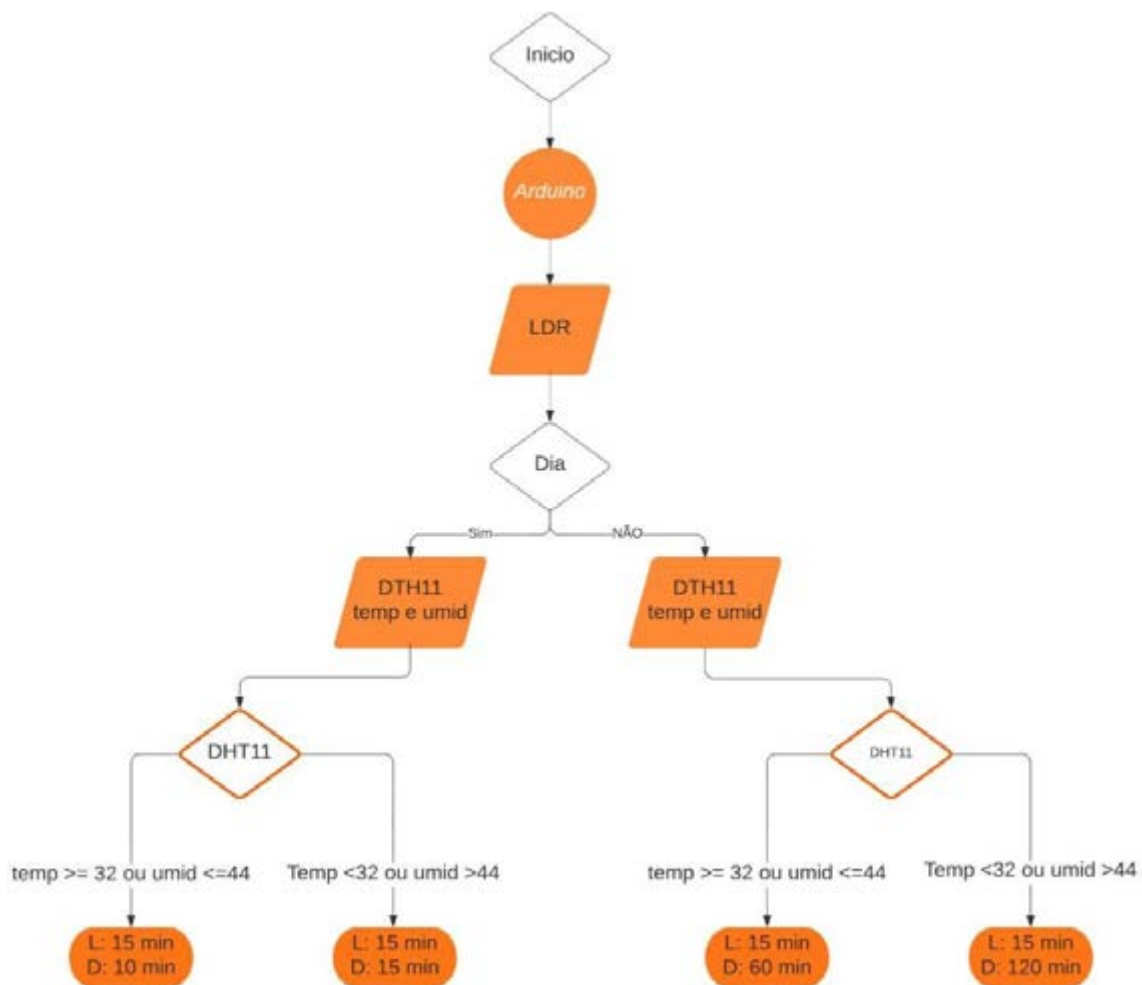
Componente	Valor	Quantidade
Placa Arduino UNO R3	R\$ 78,90	1
Módulo SD	R\$ 21,90	1
Cartão SD 8 GB	R\$ 30,99	1
Sensor DHT11	R\$ 15,46	1
Módulo Relé	R\$ 60,99	2
Sensor LDR	R\$ 25,90	1
Motor Mini Dc 12 V 5m 800L	R\$ 70,00	4
Total		R\$ 575,13

Fonte: autoria própria (2022).

Para atender a especificações de circulação da solução nutritiva foi desenvolvido um sistema de decisão de funcionamento do sistema hidropônico para o desenvolvimento da alface nos perfis.

Observa-se que o sistema recebe a informação, identifica se é dia ou noite através do sensor de luz (LDR). A partir daí, analisa os valores de temperatura e umidade do ar e então dispara o sistema de bombeamento e circulação da água, de maneira que durante o dia aciona por um tempo de 15 minutos, com ciclos de 10 ou 15 min, e a noite, por 15 min, com um ciclo de 60 ou 120 min, onde o ciclo menor objetivou atenuar os efeitos do estresse salino e variações da temperatura e umidade do ar. Em outros trabalhos com tempo fixo, a recomendação é de que durante o dia a solução nutritiva deve circular por um tempo de 15 a 20 min, com ciclos de 10 a 15 min, enquanto a noite de 10 a 15 min em um ciclo de 3 a 4h (FAQUIN *et al.*, 1999; PAULUS, 2008).

Figura 2 – Esquema de decisão para a automação da solução nutritiva



Fonte: autoria própria (2022). *L: tempo em que a bomba está ligada D: tempo em que a bomba permanece desligada.

Levando consumo de energia em consideração, durante a fase de crescimento verificou-se que com adoção do sistema automatizado proposto, para todo o sistema, o consumo total foi de 11,12 Kw. Caso o sistema operasse de forma tradicional com ciclos de 15 minutos durante o dia e 2 horas a noite, o consumo total passaria a ser de 13,74 Kw, ou seja, uma redução de 23,63% no consumo. Tomando como referência as tarifas TUSD (Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição) e TE (Tarifa de energia) de 22 de março de 2021 da ENEL Ceará do grupo "B2" zona rural, obteve-se um TUSD de R\$ 0,98756 e um TE R\$ 0,42593 somando-se as duas temos uma tarifa cobrada por Kwh de R\$ 1,41349 (Tarifas fixadas pela resolução ANEEL N° 3.026, de 22/04/2022), com aplicação a partir de 22/04/2022). Para o consumo total de energia do sistema desenvolvido

verifica-se um custo R\$ 16,14, enquanto, para o sistema tradicional um custo de R\$ 25,08.

5 CONCLUSÕES

O trabalho resultou em bom uso de implementação de recursos energéticos um custo de apenas R\$16,14, além da diminuição do consumo de água visto que a solução nunca é perdida e é mantida a sua reutilização durante todo o processo. Não tem um custo de implementação do sistema muito elevado visto que se pode trabalhar com culturas de alto valor econômico, a exemplo da alface.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem o apoio logístico e científico do Centro de Ciências e da Biodiversidade da Universidade Federal do Cariri, bem como a bolsa de pesquisa concedida, que proporcionou o desenvolvimento desse trabalho.

REFERÊNCIAS

BACHINSKI, A.; STEFANELLO, A. L.; **Automatização de adubação e irrigação de uma estufa hidropônica utilizando sistema embarcado Arduino**. 2018.

BEZERRA NETO, E. *et al.* **Cadernos do Semiárido: Hidroponia**. 6. ed. Pernambuco: CREA, 2017. 87 p.

FAQUIN, V.; FURLANI, P. R. Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente protegido. **Revista Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 99-104, 1999.

JERÔNIMO, C.; VASCONCELOS, R. Hidroponia como alternativa de uso e ocupação do solo em áreas degradadas por parques eólicos: avaliação de impactos ao meio ambiente. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, [s. l.], v. 8, n. 8, p. 1794-1804, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/download/7164/pdf>. Acesso em: 23 jul. 2020.

LAY-ANG, G. **Hidroponia**. [S. l.]: Brasil Escola, 2022. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/hidroponia.htm>. Acesso em: 08 set. 2022.

LIMA, M. *et al.* Koppen-Geiger and Thornthwaite Climatic classification for the metropolitan region of the Cariri, Ceará. **Revista Geama**, Recife, jul. 2017. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/>

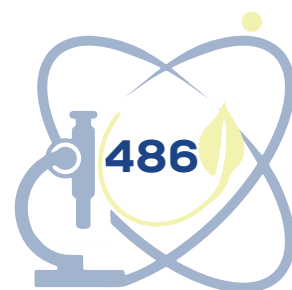


[download/1500/1319](#). Acesso em: 15 set. 2021.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

PAULUS, D. **Produção, Qualidade, parâmetros fisiológicos e bioquímicos de alface sob hidroponia com águas salinas**. 2008. 106 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Rio Grande do Sul: Artmed, 2017. 888 p.



DINÂMICA DA QUALIDADE DA ÁGUA EM SISTEMA HIDROPONICO NFT

Davi Hudson Pereira Simões

Ana Célia Maia Meireles

Leôncio Gonçalves Rodrigues

RESUMO

A técnica de cultivo hidropônico surge como alternativa que permite um melhor aproveitamento das águas de diferentes qualidades, bem como uma maior eficiência no uso, devido a redução das perdas por evapotranspiração. A qualidade da água é um fator que pode sofrer variações ao longo do cultivo. Desta forma, a pesquisa teve como objetivo avaliar a dinâmica da água no manejo da solução nutritiva no cultivo hidropônico alface do tipo crespa, cultivar Moana, sob diferentes níveis de salinidade (1,5, 2,0, 2,5, 3,0 e 3,5 dS m^{-1}) em um sistema hidropônico do tipo NFT (*Nutrient Film Technique*). Para isso foi realizado o controle do pH, CE e temperatura da solução nutritiva. Essa avaliação ocorreu durante a fase de crescimento das plantas nos perfis. De acordo com os resultados encontrados para as condições do experimento, a água apresentou tendência a acidez; a salinidade, bem como a temperatura da água não apresentaram grandes variações na solução nutritiva ao longo do uso no sistema hidropônico NFT, mostrando que o sistema foi bem manejado.

Palavras-chave: salinidade; hidroponia; cultivo protegido.

ABSTRACT

The hydroponic cultivation technique emerges as an alternative that allows a better use of waters of different qualities, as well as a greater efficiency in use, due to the reduction of evapotranspiration losses. Water quality is a factor that can undergo variations throughout cultivation. Thus, the research aimed to evaluate the dynamics of water in the management of nutrient solution in hydroponic cultivation of lettuce of the crespa type, cultivar Moana, under different salinity levels (1.5, 2.0, 2.5, 3.0 and 3.5 dS m^{-1}) in a hydroponic system of type NFT (*Nutrient Film Technique*). For this, the pH, EC and temperature control

of the nutrient solution were performed. This evaluation occurred during the plant growth phase in the profiles. According to the results found for the conditions of the experiment, the water showed a tendency to acidity, salinity, as well as water temperature did not show large variations in the nutrient solution throughout the use in the NFT hydroponic system, showing that the system was well-maintained.

Keywords: salinity; hydroponics; protected cultivation.

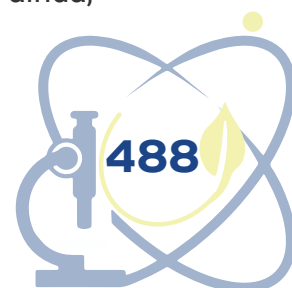
1 INTRODUÇÃO

A região semiárida do Brasil é fortemente castigada pelas secas recorrentes, altas taxas de evaporação e adicionada a isso, a região tem grande parte de seus solos com embasamento cristalino, que confere qualidade inferior às suas águas (COSTA *et al.*, 2020). A agricultura convencional na época das chuvas é pouco produtiva devido à falta ou má distribuição das chuvas, o que torna a irrigação uma alternativa para região, por viabilizar o cultivo o ano todo. Entretanto, esta nem sempre é viável por consequência da quantidade hídrica limitada ou má qualidade da água, sendo agravado, por vezes, pelos solos rasos, pedregosos e de difícil manejo.

A geração de tecnologias e pesquisas que permitam o uso de águas salinas na produção de alimentos tornam-se importantes para o cenário agrícola. Assim, estudos relacionados ao aproveitamento dessas águas como insumo para hidroponia podem resultar em grande impacto social (PAULUS *et al.*, 2010).

A técnica de cultivo hidropônico surge como alternativa a essas condições adversas, por dispensar o uso de solo, não existindo restrição quanto ao seu tipo, podendo ser implementada em qualquer superfície. Além disso, a hidroponia permite uma maior eficiência no uso da água, devido à redução das perdas por evapotranspiração. A hidroponia pode assim, ampliar a vantagem da irrigação localizada, no que diz respeito ao menor efeito da salinidade sobre as plantas, reduzindo ainda os riscos ambientais associados ao acúmulo de sais no ambiente (ALVES *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2017).

Entretanto, quando se utilizam águas com maiores teores de sais na hidroponia, o manejo do pH e da CE da solução nutritiva ao longo do cultivo, tornam-se aspectos essenciais, principalmente, porque o aumento no teor concentração sais podem contribuir para uma inibição do crescimento por estresse ou ainda,



a morte do vegetal. Nesse sistema, a água é, ao mesmo tempo, agente vetor da nutrição das plantas, bem como exerce todas as suas funções no vegetal, desde a dissipação de calor, resfriando a planta no momento da transpiração, até a manutenção das estruturas celulares que estão sendo protegidas pela molécula da água (BEZERRA NETO *et al.*, 2017)

Diante do exposto, buscou-se avaliar a dinâmica do pH, CE e temperatura, no manejo e monitoramento da solução nutritiva do cultivo hidropônico da alface do tipo Crespa, cultivar Moana, sob diferentes níveis de salinidade (1,5, 2,0, 2,5, 3,0 e 3,5 dS m⁻¹) em um sistema hidropônico do tipo NFT (*Nutrient Film Technique*).

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Federal do Cariri – UFCA, Campus Crato-CE, no período de 11 de outubro a 30 de novembro de 2021, em área experimental situada na latitude de -7° 13' 48" S e longitude de -39° 21' 36" W. Conforme classificação climática de Köppen, o clima da região é o Aw', com temperatura média anual de 25,10 °C e precipitação média 1086 mm ano⁻¹, com chuvas concentrando-se de janeiro a maio (LIMA *et al.*, 2017). A Figura 1 apresenta o mapa do local de instalação do experimento.

Figura 1 – Área experimental da UFCA, Campus Crato-CE



Fonte: autoria própria (2021).

Para a condução do experimento foram utilizadas três bancadas B1,

B2 e B3 com sistema do tipo *Nutrient Film Technique* (NFT) instaladas dentro de um viveiro de dimensões 4,00 x 10,00 x 2,00 m, cercado com uma tela de sombreamento com fator de retenção de 50%. As bancadas tinham dimensões de 2,00 m x 3,00m, com perfis sobre suporte de madeira.

Cada bancada possuía cinco perfis espaçados em 0,30 m, confeccionados com tubos de PVC (“linha de esgoto reciclável”) com comprimento de 3,00 m, com seção interna de \varnothing 0,075 m, onde foram feitas perfurações com \varnothing 0,05 m espaçadas em 0,25 m para disposição da cultura. Portanto, perfazendo a capacidade de 50 plantas para cada bancada, onde cada perfil comportava 10 plantas em seu respectivo tratamento. A declinação dos canais utilizados foi de 3%.

Para tubulação de distribuição da solução nutritiva foi utilizado uma mangueira de PVC com diâmetro interno de 0,02 m, saindo dos recipientes até os blocos e seus respectivos tratamentos. A derivação da distribuição para os perfis foi realizada com mangueira tipo espaguete com diâmetro 0,006 m. No bombeamento da solução nutritiva foram utilizadas 5 bombas de 12v com vazão de 6,0 litros por minuto, compartilhadas entre os blocos e seus respectivos tratamentos, e acionadas por modulo relê em sistema de automação com Arduino, com tempo de circulação da solução nutritiva de 15 min. A Figura 2 apresenta a vista parcial das bancadas e os perfis de cultivo hidropônico em ambiente protegido.

Figura 2 – Vista parcial das bancadas com perfis hidropônicos em ambiente protegido



Fonte: autoria própria (2021).

A alface utilizada foi do tipo Crespa, cultivar Moana, da empresa ISLA, cujas principais características são tamanho médio, cor verde claro e tolerância a deficiência de cálcio. O sistema hidropônico foi alimentado por água em diferentes níveis de salinidade 1,5; 2,0, 2,5, 3,0; 3,5 dS m^{-1} , que correspondem aos tratamentos A, B, C, D e E. Para obter os respectivos níveis de salinidade foi utilizado NaCl diluído em água, adicionado à solução nutritiva, até atingir o limite estabelecido para cada tratamento.

O controle do pH e CE da solução foi realizado com o auxílio de medidor de condutividade elétrica portátil e medidor de pH da *Analytical Instruments* modelo EC-3587, que foi devidamente calibrado em laboratório.

A formulação de solução nutritiva utilizada foi a proposta por Furlani (1998). Nessa solução, os sais foram dissolvidos em água a partir da água do poço do Campus Crato com CE de $0,064 \text{ uS cm}^{-1}$, na respectiva ordem apresentada na Tabela 1. A quantidade de nutrientes foi preparada para 1000 L de solução nutritiva.

Tabela 1 – Sais para solução nutritiva e outros itens adquiridos

Descrição	Nutrientes	Quantidade
2 Kits para 2000 L de Solução proposta por Furlani (1998)	Nitrato de Cálcio Nitrato de potássio Fosfato monoamônico MAP Sulfato de magnésio Sulfato de cobre Sulfato de zinco Sulfato de manganês Ácido bórico ou Molibdato de sódio Fe-EDTA -13% Fe	6 kg

Fonte: autoria própria (2022).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Na região semiárida, os cultivos hidropônicos vêm ganhando espaço, devido ao menor requerimento de água quando comparado aos métodos tradicionais (DIAS, 2019). A hidroponia é uma técnica de cultivar plantas sem solo “soiless”, onde as raízes recebem uma solução nutritiva balanceada, que contém água e nutrientes essenciais ao seu desenvolvimento. O termo hidroponia tem sua origem do grego, onde “hidro” significa água e “ponos” significa trabalho, assim o significado literário é trabalho com água (BEZERRA NETO *et al.*, 2017).

O Nordeste brasileiro tem grande parte de seu território a presença do tipo climático semiárido, sendo castigada por ciclos de seca que tornam o seu desenvolvimento um grande desafio (GHEY *et al.*, 2012). A região apresenta um índice de aridez entre 0,21 a 0,5 e baixa pluviometria e irregular distribuição (TROLEIS; SANTOS, 2011). As águas superficiais nem sempre estão disponíveis (CORREIA *et al.*, 2011) e, os usos de água provenientes de reservatórios subterrâneos vêm se tornando cada vez mais comum (GHEY *et al.*, 2012).

Entretanto, os solos de um embasamento cristalino do semiárido confere a suas águas subterrâneas maior salinidade (ALY JUNIOR, 2019). Assim, a utilização de águas subterrâneas deve passar pela superação de duas restrições: baixas vazões dos poços e a predominância de águas salinas (REBOUÇAS, 1999).

Desta forma, cultivos como o hidropônico viabilizam o desenvolvimento social econômico de uma região como o semiárido, pois além de trazer consigo

aspectos econômicos, traz a inclusão social, por possibilitar que pequenos produtores do semiárido, tenham condições de produzir e uma fonte de renda para sua sobrevivência (SANTOS *et al.*, 2010)

Em cultivo hidropônico, as plantas não têm contato direto com o solo, assim a incidência de determinadas pragas e doenças é reduzida. Associado ao emprego de sistemas fechados como estufas, problemas fitossanitários praticamente inexistem, o que permite a redução ou eliminação do uso de agrotóxicos (PAULUS, 2008; BEZERRA NETO *et al.*, 2017).

Existem diversos modelos de sistemas hidropônicos (SANTOS *et al.*, 2011; CALORI *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2020; FREITAS *et al.*, 2021), sendo mais comum é o sistema NFT, que apresenta as vantagens como: fácil instalação, requerer menor quantidade de solução nutritiva e adequar-se aos mais variados ambientes (BEZERRA NETO *et al.*, 2017; SOARES *et al.*, 2019). Segundo Soares (2007) em cultivo NFT, considerando que as raízes crescem horizontalmente, a altura da lâmina de água não deve ultrapassar 4 cm.

Quando se usa águas com maiores teores de sais, o manejo do pH e da CE da solução ao longo do cultivo tornam-se aspectos importante, principalmente, visto que os sais contribuem para uma inibição do crescimento por estresse ou ainda, morte do vegetal. À medida que as plantas absorvem íons da solução nutritiva, elas liberam em troca outros íons como H^+ e CO_3^- . Desse modo, o monitoramento do pH da solução nutritiva é essencial devendo ser mantido em nível adequado.

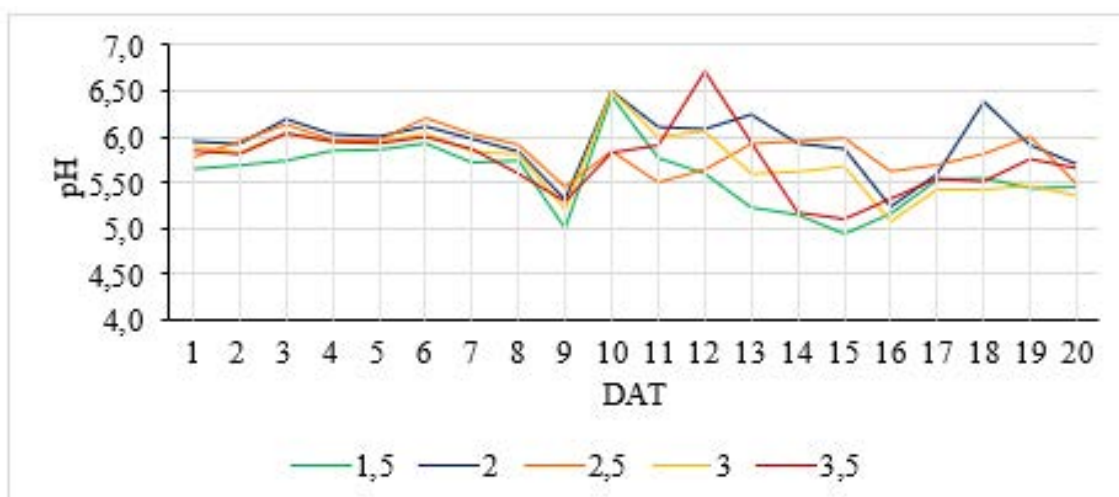
Já o controle da condutividade elétrica (CE) da solução permite acompanhar a absorção de nutrientes. À medida que a planta se desenvolve os nutrientes são extraídos da solução por seu sistema radicular, para compor seus tecidos e estruturas, assim, a concentração diminui de acordo com o seu desenvolvimento, sendo necessário a reposição dos sais ou uma nova solução. Da mesma maneira, água é absorvida para compor a estrutura vegetal através da evapotranspiração, sendo, portanto, necessária à sua reposição. Quando a CE da solução estiver muito baixa, faz-se necessário repor os sais ou preparar uma nova solução.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A vazão média observada para os tratamentos 1,5(T1); 2,0(T2); 2,5 (T3); 3,0(T4) e 3,5 (T5) dS m^{-1} foi de 1,47; 1,61; 1,53; 1,41 e 1,57 L min^{-1} , respectivamente. O coeficiente de variação para as vazões foi de 8,28 % e a vazão média do sistema 1,52 L min^{-1} . Essa variação da vazão pode ser atribuída a perda de carga na condução, pois segundo Bernardo *et al.* (2019), a perda de carga ocorre devido o atrito da água com as paredes de um tubo, assim aspectos como diâmetro, número de conexões etc., reduzem a pressão e, conseqüentemente, a vazão.

Em relação o pH verifica-se que ao longo do cultivo, ocorrer flutuações. Na Figura 3, pode-se observar o comportamento do pH ao longo do crescimento da alface (22 DAP). Verifica-se que ocorreu alteração do pH da solução nutritiva com passar do tempo, com uma tendência para acidificação da solução nutritiva ($\text{pH} < 7$). Esse efeito decorrente da absorção de nutrientes e liberação de íons H^+ . Assim, fez-se necessário verificar semanalmente as variações do pH, sendo adicionado uma base ($\text{NaOH } 1,0 \text{ mol L}^{-1}$) quando se encontrava ácido, mantendo a regulação do pH nos níveis ideais ($6,5 < \text{pH} < 5,5$).

Figura 3 – Variação do pH na bancada NFT para os tratamentos salinos, ao longo do desenvolvimento da alface cv. Moana de 11/10 a 30/11/2021

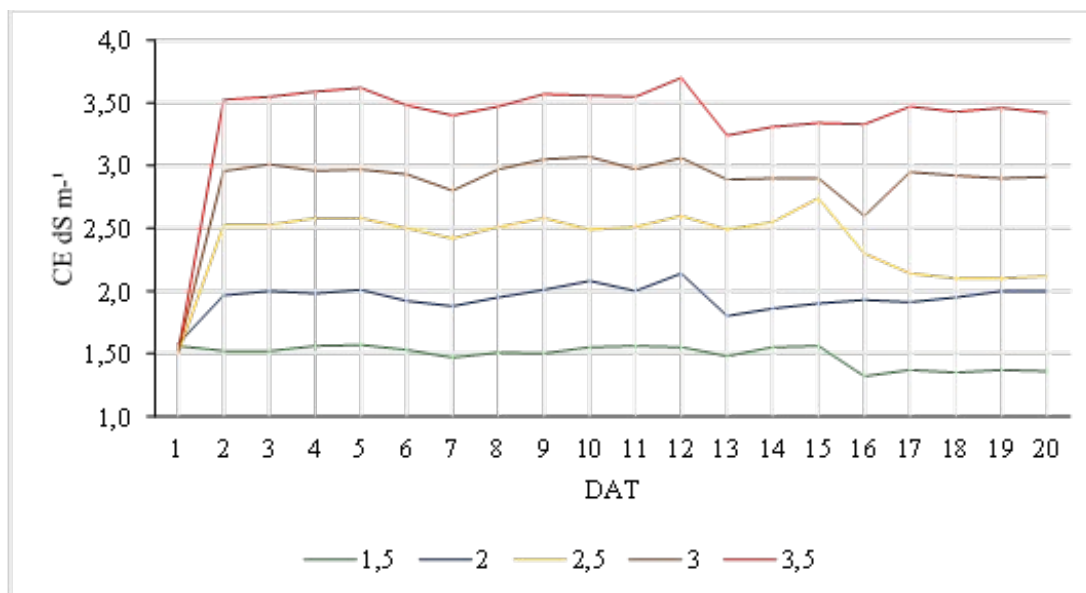


Fonte: autoria própria (2022).

No caso da CE, observa-se que a salinidade da solução é um indicador da absorção de nutrientes pela cultura, entretanto, em condições salinas o teor de

sal da água pode mascarar essa referência. Na Figura 4 tem-se a dinâmica da salinidade no tempo.

Figura 4 – Variação do CE na bancada NFT para os tratamentos ao longo do desenvolvimento da alface cv. Moana de 11/10 a 30/11/2021



Fonte: autoria própria (2021).

À medida que as plantas se desenvolveram os limites mínimos nutricionais estabelecidos foram atingidos, sendo então restaurados, conforme Furlani (1999): Solução A (Nitrato de potássio, 1200 g 10 L⁻¹; Fosfato monoamônio, 200 g 10 L⁻¹; Sulfato de Magnésio, 240 g 10 L⁻¹); Solução B (Nitrato de Cálcio, 600g 10 L⁻¹) e Solução C (Sulfato de Cobre, 1g L⁻¹; Sulfato Zinco 2g L⁻¹ Sulfato de Manganês 10g L⁻¹Ácido bórico ou 5g L⁻¹; borax 8g L⁻¹; Molibdato de sódio ou amônio 1g L⁻¹; Tenso-FE (FeEDDHMA-6% Fe) ou 20g L⁻¹; Dissolvine (FeEDTA-13% Fe) ou 10g L⁻¹; Ferrilene (FaEDDHA-6% Fe) ou 20g L⁻¹; FeEDETANa2 (10 mg mL⁻¹ de Fe) 120 mL).

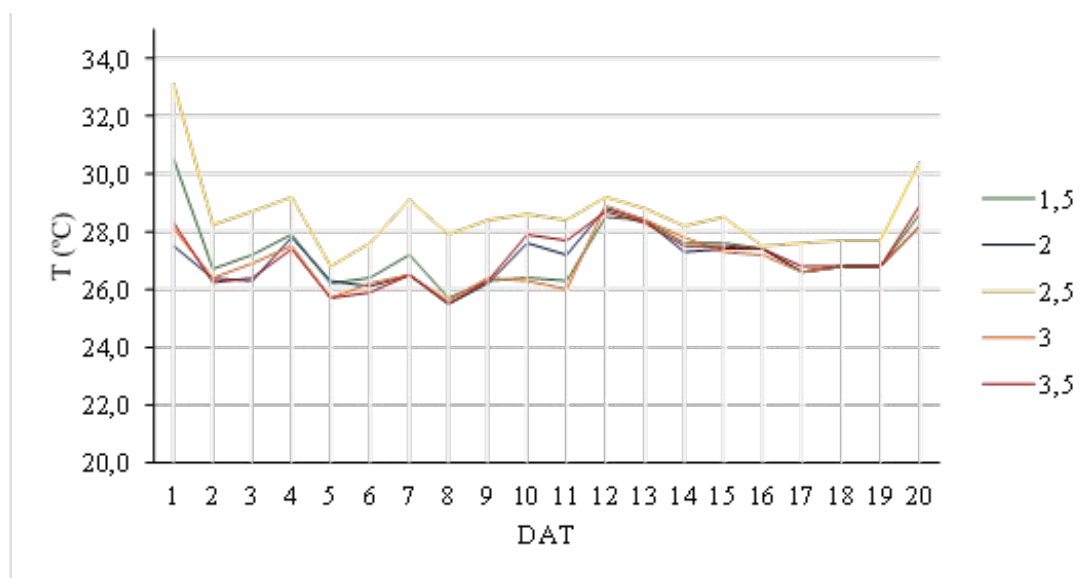
Destaca-se que no semiárido, como os solos em sua grande maioria tem embasamento cristalino, é comum poços com vazões entre 2 a 5 m³ h⁻¹ limitando muitas atividades convencionais irrigadas. Outro ponto é que esses poços, quando com alta presença de sais, são comumente considerados fontes de água salobra e inviáveis para cultivo (REBOUÇAS, 1999; GHEY, 2012).

Segundo Santos *et al.*, (2010), o cultivo hidropônico da alface utilizando águas salobras, aponta viabilidade de uso por demonstrar bons resultados em

salinidades superiores. De acordo com Ayers e Westcot (1999), a cultura da alface é considerada moderadamente tolerante à salinidade, e seu maior potencial produtivo é quando a condutividade elétrica da solução atinge um limiar de $1,3 \text{ dS m}^{-1}$. Contudo, para Carrijo e Makishima (2000), a condutividade elétrica ideal para a cultura da alface está entre $1,5$ e 3 dS m^{-1} . Soares *et al.*, (2007) enfatiza que no sistema NFT a tolerância à salinidade é maior do que em solo.

Outro fator importante no desenvolvimento da alface é a temperatura da solução. Os reservatórios utilizados com as soluções nutritivas foram parcialmente enterrados, o que contribuiu para normalizar a temperatura da solução nutritiva dos diferentes tratamentos.

Figura 5 – Variação da temperatura da solução nutritiva ($^{\circ}\text{C}$) ao longo do desenvolvimento da alface cv. Moana, às 8 horas de 11/10 a 30/11/2021



Fonte: autoria própria (2022).

O coeficiente de variação da temperatura observado para os tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5 foi de 4,11%, 3,15, 4,64, 3,42 e 3,64%, respectivamente. O baixo coeficiente de variação da temperatura encontrado, assim como os valores medidos, denota que não houve grandes variações de temperatura entre os tratamentos.

Dessa forma, com valores de temperatura médios próximos e o controle adequados do pH e da CE da solução, pode-se esperar que o desenvolvimento da alface apenas terá como fator diferencial a salinidade entre os tratamentos.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados encontrados para as condições do experimento, a água apresentou tendência a acidez; a salinidade das águas nos diferentes tratamentos, bem como as temperaturas, não apresentou grandes variações na solução nutritiva ao longo do uso no sistema hidropônico do tipo NFT, mostrando que o sistema foi bem manejado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio logístico e científico do Centro de Ciências e da Biodiversidade da Universidade Federal do Cariri, bem como a bolsa de pesquisa concedida, que proporcionou o desenvolvimento desse trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALY JUNIOR, O. **Segurança hídrica no meio rural, recursos hídricos na agropecuária e adaptação às mudanças do clima: serviços ecossistêmicos das águas subterrâneas e aquíferos no Brasil.** 2019. 197 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura.** Tradução de H. R. Gheyi; J. F. de Medeiros; F. A. V. Damasceno. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29).
- BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. **Manual de Irrigação.** 9. ed. Viçosa: UFV, 2019. 545 p.
- BEZERRA NETO, E. *et al.* **Cadernos do Semiárido: Hidroponia.** 6. ed. Pernambuco: CREA, 2017. 87 p.
- CALORI, A. *et al.* Aeroponia pode inovar a produção de minitubérculos de batata no Estado de São Paulo. **O Agrônomo**, [s. l.], v. 64-66, p. 47-51, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/304627055_Aeroponia_pode_inovar_a_producao_de_minituberculos_de_batata_no_Estado_de_Sao_Paulo_Aeroponics_can_innovate_the_production_of_potato_minitubers_in_Sao_Paulo_State. Acesso em: 4 set. 2020.
- CARRIJO, O. A.; MAKISHIMA, N. **Princípios da Hidroponia.** [S. l.]: Embrapa, 2000. 28 p. Disponível: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/>



[publicacao/769981/principios-de-hidroponia](#). Acesso: 4 out. 2021.

CORREIA, R. C.; KIILL, L. H. P.; MOURA, M. S. B.; CUNHA, T. J. F.; JESUS JUNIOR, L. A. de; ARAUJO, J. L. P. A região Semiárida. *In: EMBRAPA. Produção de Caprinos e Ovinos no Semiárido*. [S. l.]: Embrapa, 2011. p. 1-28. Disponível em: <http://www.mundogeomatica.com.br/CL/ApostilaTeoricaCL/Capitulo10BalancoHidrico.pdf>. Acesso em: 4 set. 2020.

COSTA, A. *et al.* Cultivation of taioba in hydroponic system (ebb and flow) using different substrates. **Scientia Plena**, [s. l.], v. 16, n. 6, 2020. DOI: 10.14808/sci.plena.2020.060201. Disponível em: <https://www.scienciaplena.org.br/sp/article/view/4701>. Acesso em: 1 nov. 2021.

COSTA, L. F. **Produção de couve flor com águas salobras na hidroponia**. 2020. Dissertação (Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia Cruz das Almas, 2020. Disponível em: https://www.ufrb.edu.br/pgea/images/Teses/LEANDRO_FERREIRA_COSTA.pdf. Acesso em: 1 nov. 2021.

DIAS, R. **Desempenho de cultivares de alface em sistema semi hidropônico fertirrigadas com soluções nutritivas salinizadas**. 2019. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019.

FREITAS, F. *et al.* Cultivo de alface sob intervalos de recirculações das soluções nutritivas em sistemas hidropônicos usando água salobra. **Irriga**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 67-96, 2021. DOI: 10.15809/irriga.2021v1n1p67-96. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/4253>. 01 nov. 2021.

FURLANI, P. R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia NFT**. Campinas: IAC, 1998. 30 p. (IAC. Boletim Técnico, 168).

GHEYI, H. R.; PAZ, V. S.; MEDEIROS, S. S.; GALVÃO, C. O. **Recursos hídricos em regiões semiáridas**. Cruz das Almas: INSA, 2012. 292 p.

REBOUÇAS, A. C. Águas subterrâneas. *In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (ed.) Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo: Escrituras, 1999. cap. 4, p. 117-151.

SANTOS, A. *et al.* Produção de alface em NFT e Floating aproveitando água salobra e o rejeito da dessalinização. **Revista Ciência Agrônômica**, [s. l.], v. 42, n. 2, p. 319-326, 2011.

SANTOS, A. N.; SILVA, E.; SILVA, G.; BEZERRA, R.; PEDROSA, E. Concentração de nutrientes em tomate cereja sob manejos de aplicação da solução nutritiva

com água salobra. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 4, p. 576-585, dez. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rca/v48n4/1806-6690-rca-48-040576.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2020.

SANTOS, A.; SOARES, T.; SILVA, E.; SILVA, D.; MONTENEGRO, A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina de Grande, v. 14, n. 9, p. 961-969, 2010. Disponível em: http://www.ufrb.edu.br/neas/images/Artigos_NEAS/2010_1.pdf. Acesso em: 15 maio 2021.

SOARES, H.; SANTOS JÚNIOR, J.; SILVA, E.; ROLIM, M.; SILVA, G. Water and physiological relationships of lettuce cultivated in hydroponics with brackish waters. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 50, n. 2, p. 216-222, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/9YPfH5bcQRsCzfsnNFKnMGb/>. Acesso em: 15 maio 2021.

SOARES, T.; SILVA, E.; DUARTE, S.; MELO, R.; JORGE, C.; SILVA, E. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 12, p. 235-248, abr. 2007. Disponível em: https://www.ufrb.edu.br/neas/images/Artigos_NEAS/2007_14. Acesso em: 8 ago. 2020.

TROLEIS, A.; SANTOS, A. C. V. **Estudos do Semiárido**. 2. ed. Natal: UFRN, 2011. 197 p. Disponível em: http://bibliotecadigital.sedis.ufrn.br/pdf/geografia/Est_Sem_Livro_WEB.pdf. Acesso em: 1 set. 2020.

IMPLEMENTANDO CAMADA DE INTERFACE COM O USUÁRIO DE SISTEMA DE INTERVENÇÃO

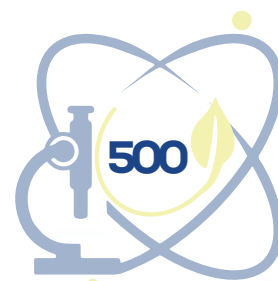
Cicero Wesley Suares Feitosa

Paulo Renato Alves Firmino

RESUMO

Ferramentas de engenharia da confiabilidade são fundamentais para a determinação do melhor momento para a realização de intervenções, proporcionando melhorias e um desenvolvimento sustentável. O registro contínuo de eventos recorrentes, como por exemplo, alta da inflação ou o crescimento econômico, permite aprendizado de máquina também capaz de prever quando novas ocorrências venham a acontecer. Buscou-se com a execução desse projeto fornecer um *software* dedicado ao registro, gerenciamento, modelagem e previsão de episódios sujeitos de acompanhamento temporal ou espacial e também recorrer a problemas reais para ilustrar o uso da ferramenta desenvolvida. A aplicação possui uma interface amigável ao usuário escrita nas principais tecnologias *front-end* (HTML, CSS e JavaScript) e no *back-end* a linguagem PHP, fazendo uma ponte entre os dados salvos e a interface. Para o armazenamento dos registros foi utilizado um banco de dados no modelo relacional com o sistema de gerenciamento de banco de dados MySQL. Além disso, para a modelagem, análise e previsão estatística utilizou-se a linguagem R, que possibilitou a geração do gráfico da modelagem, seus parâmetros e uma interpretação da modelagem realizada, para que assim uma ação pudesse ser tomada. Por fim, a aplicação desenvolvida permite a previsão de um processo estocástico pontual, podendo selecionar até o nível taxonômico desejado e quantos eventos futuros se deseja modelar. Dessa maneira e com o processo de aprendizado sendo alimentado com mais intervenções, pode-se desenvolver um bom planejamento para o objeto sob estudo.

Palavras-chave: sistema de informação; processos estocásticos; incerteza; controle de qualidade.



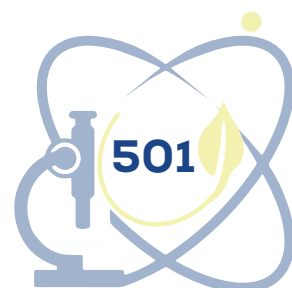
ABSTRACT

Reliability engineering tools are essential for determining the best time to carry out interventions, providing improvements and sustainable development. The continuous recording of recurring events, such as high inflation or economic growth, allows machine learning also capable of predicting when new occurrences will happen. With the execution of this project, it was sought to provide a software dedicated to the recording, management, modeling and prediction of episodes subject to temporal or spatial monitoring and also to resort to real problems to illustrate the use of the developed tool. The application has a user-friendly interface written in the main front-end technologies (HTML, CSS and JavaScript) and in the PHP language on the back-end, making a bridge between the saved data and the interface. To store the records, a database in the relational model was used with the MySQL database management system. In addition, for the modeling, analysis and statistical prediction, the R language was used, which allowed the generation of the modeling graph, its parameters and an interpretation of the modeling performed, so that an action could be taken. Finally, the developed application allows the prediction of a punctual stochastic process, being able to select up to the desired taxonomic level and how many future events to model. In this way and with the learning process being fed with more interventions, a good planning for the object under study can be developed.

Keywords: information system; stochastic processes; uncertainty; quality control.

1 INTRODUÇÃO

Quando existe um registro das intervenções (corretivas e preventivas) aplicadas em processos estocásticos, pode-se usar a modelagem estatística, como o GRP (*Generalized Renewal Processes*) proposto por (KIJIMA; SUMITA, 1986), que faz parte dos processos estocásticos de renovação, dessa forma, é possível prever quando o sistema necessitará de uma manutenção e em qual estado resultará o sistema depois da intervenção ser realizada, pois, o conceito de idade virtual é introduzido ao utilizar-se o GRP, com isso, um melhor planejamento financeiro e de produção pode ser criado, gerando economia e otimizando a produção. Com o *software* desenvolvido visou-se implementar as características acima mencionadas, proporcionando um melhor controle sobre manutenções realizadas. Especialmente, esse trabalho explora a interface de cadastro, armazenamento e previsão de processos estocásticos pontuais e a um módulo de ajuda para o usuário.



2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com este projeto, foi construído um sistema de informação que permite o cadastro, a modelagem e a previsão de processos estocásticos. O sistema envolve três camadas: a de cadastro e manipulação de dados, a de estatística computacional e a de interface com o usuário. O trabalho atual destinou-se a melhorar e implementar *scripts* voltados às três camadas, de maneira especial a de interface com o usuário e a de cadastro/manipulação. A parte da estatística computacional foi implementada na linguagem de programação R (FOUNDATION, 2021), enquanto que, no *back-end*, foi adotada a linguagem PHP (GROUP, 2021) fazendo um elo entre a interface do programa e as outras camadas. Previamente, revisou-se a literatura associada a séries temporais e processos estocásticos em geral (CRYER; CHAN, 2008).

2.1 WGRP

Para a modelagem estatística utilizou o GRP baseado na distribuição de Weibull (WGRP), pois, casos de aplicação de GRP são encontrados em pouca quantidade na literatura, tendo como explicação parcial o desconhecimento de técnicas e funções básicas do GRP, como sua média e variância, que foram mostrados há pouco tempo (FERREIRA; FIRMINO; CRISTINO, 2015). Contudo, o GRP baseado na distribuição de Weibull é bastante comum.

2.2 Módulo de ajuda

Desenvolveu-se um módulo, composto de balões de ajuda nos campos de entrada de dados e outro sendo uma página externa com um resumo sobre o que cada termo presente no programa.

2.3 Versionamento de código

Com o desenvolvimento do projeto, os códigos-fonte foram armazenados na plataforma Github (GITHUB, 2021) com controle de versão usando o Git (GIT, 2021). Sendo assim, foi possível uma melhor atualização do site e preservar-se o histórico de atualizações realizadas e seu desenvolvedor.



3 REFERENCIAL TEÓRICO

Uma série temporal é uma coleção de observações feitas ao longo do tempo (CRYER; CHAN, 2008), como por exemplo as temperaturas máximas mensais, o preço do dólar por dia, o valor da IBOVESPA, e assim por diante. Um processo estocástico é definido como uma sequência de variáveis aleatórias indexadas a uma unidade que pode representar minutos, horas, quilogramas, metros cúbicos, e assim por diante (CRYER; CHAN, 2008). Exemplos de tais processos são o valor diário do *BITCOIN* e a quantidade de *CO2* por m^3 em uma grande cidade.

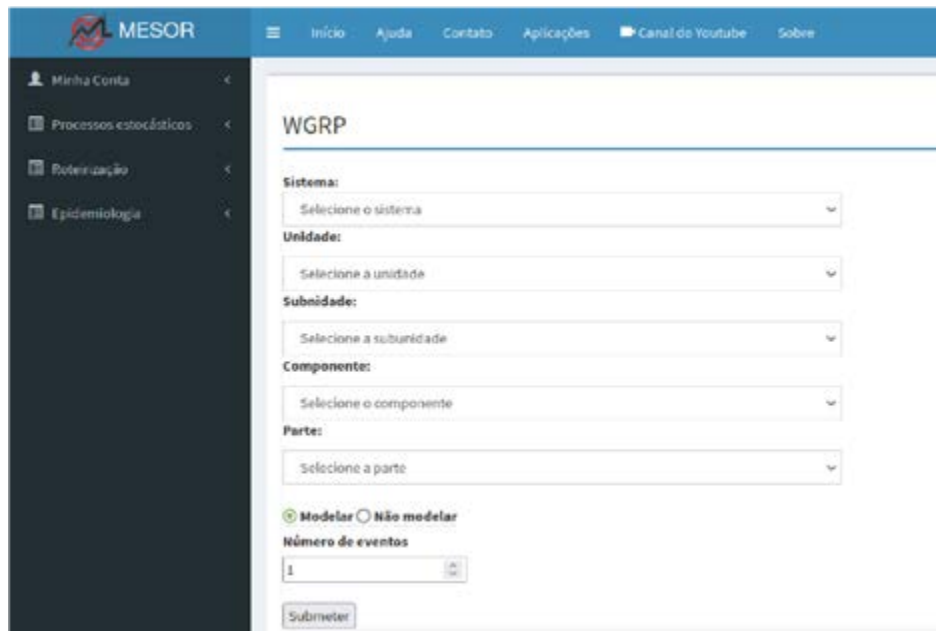
Para a modelagem estatística de processos estocásticos, existem alguns formalismos, entretanto, o que mais se destaca é o GRP (do inglês *Generalized Renewal Processes*). Este formalismo, é uma das ferramentas de modelagem de sistemas reparáveis mais flexíveis, ele generaliza processos de contagem pontuais como o de renovação e de Poisson homogêneo e não-homogêneo. Nos processos pontuais, o tempo dedicado às intervenções é desprezível (MODARRES; KAMINSKIY; KRIVTSOV, 2016). No presente projeto, buscou-se modelar os tempos entre intervenções a sistemas, baseando-se na distribuição de Weibull (WGRP).

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 WGRP

A aplicação implementada permite a previsão de uma série de processos estocásticos pontuais, permitindo a escolha até o nível taxonômico desejado do equipamento e quantos eventos serão modelados. A taxonomia adotada como base para o cadastro de dados de intervenção foi a ISO 14224 (ISO; SC, 2006). A Figura 1 exibe o screenshot do módulo WGRP do *software*. Após definir o nível do sistema que deseja estudar, o usuário pode optar por construir um modelo de predição ou apenas realizar novas projeções (caso já tenha construído o modelo anteriormente).

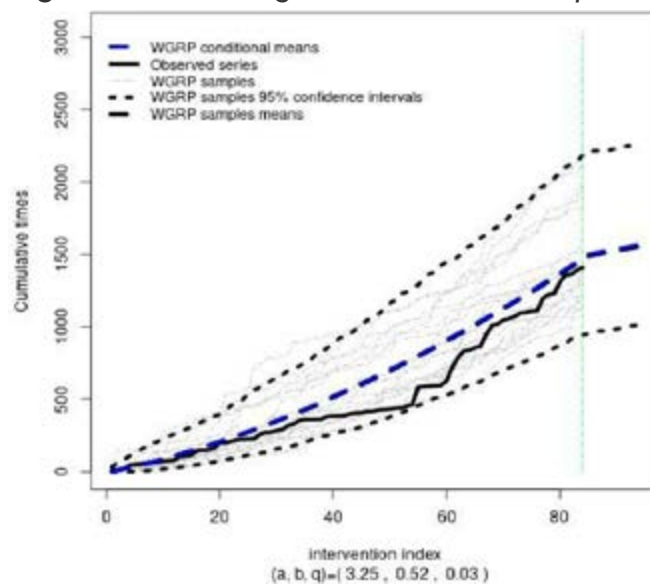
Figura 1 – Screenshot da página do módulo WGRP do site do MESOR



Fonte: autoria própria.

Para experimentação da ferramenta, usou-se uma série real e uma fictícia. Com a modelagem do *offshore compressor* obtido de (MOURA et al., 2014) gerou-se a Figura 2 e a Figura 3, com os parâmetros de modelagem.

Figura 2 – Modelagem do *offshore compressor*



Fonte: mesor.com.br.

A Figura 2 gerada pela modelagem representa a evolução do processo estocástico, em que as linhas tracejadas mais externas representam os intervalos de confiança, as várias linhas cinzas são amostras simuladas aleatoriamente, a linha preta é a própria série em estudo e a linha azul tracejada é o valor médio para cada instante de intervenção.

Figura 3 – Tabelas de parâmetros da modelagem de dados reais

Intervalos de confiança										
Intervenção	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
Mínimo (quantil 2.5%)	960.96	972.76	979.57	979.6	984.37	994.12	1002.03	1014.05	1015.58	1019.91
Média	1494.52	1505.08	1512.84	1519.76	1526.71	1533.83	1541.3	1548.11	1554.55	1561.95
Máximo (quantil 97.5%)	2222.66	2224.02	2225.61	2228.77	2231.72	2242.57	2253.62	2259.06	2259.21	2270.19

Parâmetros									
Formalismos	AIC	AICc	BIC	α	β	q	y_prev	y_corr	
RP	636.81	636.96	641.67	14.5	0.8	0	NA	NA	
NHPP	633.04	633.19	637.9	2.4	0.7	1	NA	NA	
KIJIMA I	627.47	627.77	634.76	3.25	0.52	0.03	1	1	
KIJIMA II	630.72	631.02	638.01	5.64	0.57	0.31	0	0	
Intervention type-based	631.27	632.04	643.43	3.32	0.49	0.15	0.27	0.52	

OBS: o melhor modelo possui a cor verde.

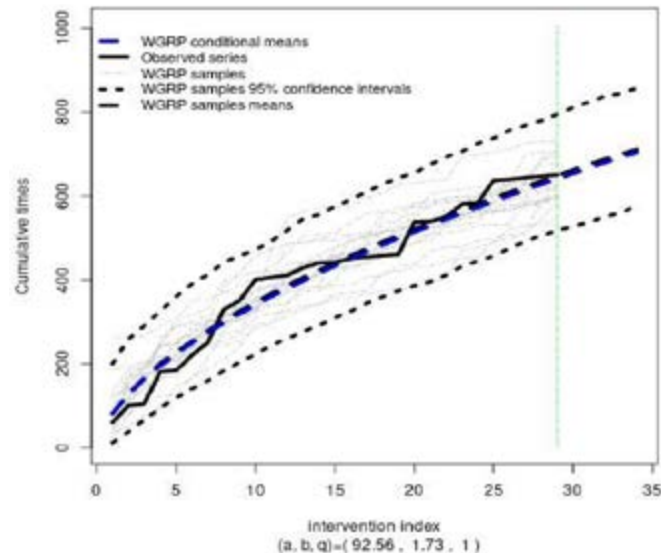
Fonte: mesor.com.br.

Para esse caso, o melhor modelo foi o KIJIMA I e a interpretação é exibido como diagnóstico ao usuário: O parâmetro (β) reflete a condição que o sistema se encontra. Ele pode estar estável, em melhoria ou em deterioração. O parâmetro (q) reflete a qualidade das intervenções ao sistema. O sistema está em melhoria ($\beta < 1$), ou seja, os tempos entre intervenções aumentam cronologicamente, em média. O parâmetro (q) é interpretado em relação à qualidade das intervenções. As intervenções têm trazido o sistema a uma condição intermediária entre 'tão bom quanto novo' e 'tão ruim quanto antes da intervenção'.

Na experimentação da série fictícia gerou-se a Figura 4 e a Figura 5 com o gráfico da modelagem e seus parâmetros, respectivamente. Nesse caso, o melhor modelo escolhido foi NHPP com o seguinte diagnóstico: O parâmetro (β) reflete a condição que o sistema se encontra. Ele pode estar estável, em melhoria ou em deterioração. O parâmetro (q) reflete a qualidade das intervenções ao sistema. O sistema está em deterioração, ou seja, os tempos entre as intervenções diminuem cronologicamente, em média. O parâmetro (q) é interpretado em relação à qualidade da intervenção. As intervenções têm trazido o sistema a uma

condição de 'tão ruim quanto antes da intervenção'.

Figura 4 – Modelagem dos contatos da memória RAM



Fonte: mesor.com.br.

A Figura 4 é análoga a Figura 2 (no que significa cada linha do gráfico), a diferença entre ambas são os valores que os pontos assumem, gerando gráficos com curvas diferenciadas.

Figura 5 – Tabelas de parâmetros da modelagem de dados fictícios

Intervalos de confiança					
Intervenção	30	31	32	33	34
Mínimo (quantil 2.5%)	538.06	547.73	560.69	570.45	586.05
Média	672.51	685.31	697.95	709.79	721.67
Máximo (quantil 97.5%)	820.73	834.47	847.99	854.74	867.0

Parâmetros								
Formalismos	AIC	AICc	BIC	α	β	q	y_prev	y_corr
BP	246.31	246.77	243.04	20	0.02	0	NA	NA
NHPP	235.19	235.65	237.92	92.56	1.73	1	NA	NA
Kijima I	236.96	237.92	241.06	80.94	1.04	0.53	1	1
Kijima II	237.19	238.15	241.29	93.27	1.74	1	0	0
Intervention type-based	246.96	243.57	247.79	81.63	1.85	0.54	0.99	1

OBS: o melhor modelo possui a cor verde.

Fonte: Mesor.com.br.

4.2 Módulo de ajuda

Para um melhor uso da ferramenta, desenvolveu-se um módulo de ajuda composto por duas partes:

1. Balões de ajuda, nesse caso ao deixar o ponteiro do mouse sobre algum campo de entrada de dados, surgirá um balão com uma breve descrição do que significa aquela opção. A Figura 6 traz um exemplo.

Figura 6 – Balão de ajuda

Impacto no funcionamento da unidade:
Selecione...

Modo de operação durante a falha:
Selecione...

Causa:
Selecione a categoria principal...

Cadastrar

O 1º item significa que ocorreu uma falha que causa a cessação imediata da capacidade de realizar uma função necessária.
O 2º item significa que ocorreu uma falha que não causa a cessação imediata da capacidade de realizar a sua função.
O 3º item significa que ocorreu uma falha que não cessa a função principal, mas compromete uma ou mais funções secundárias.
O 4º item significa que ocorreu uma imperfeição no estado ou na condição de um item de forma que uma falha degradada ou crítica pode ou não ser o resultado se ações corretivas não forem tomadas.

Fonte: autoria própria.

2. Site externo, nesse caso foi desenvolvida uma página simples, contendo um sumário dos tópicos abordados no *software* da aplicação ([MESOR](#)). O botão (Ajuda) de acesso ao site se encontra na barra superior de menu, como na Figura 7.

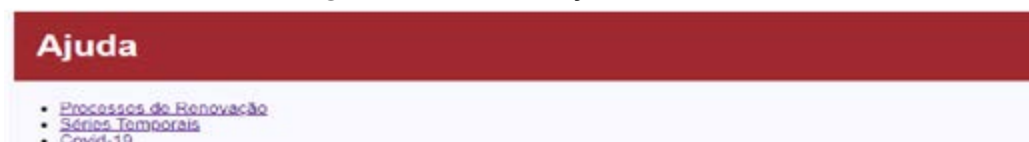
Figura 7 – Botão de ajuda para site externo



Fonte: autoria própria.

Ao clicar, o usuário será direcionado para a página da Figura 8 e verá 3 itens. Em cada uma dessas opções há informações gerais, definições de termos, modo de uso do website, interpretação de resultados e algumas referências.

Figura 8 – Site de ajuda externo



Fonte: autoria própria.

4.3 Módulo intervenções

Nessa parte do MESOR foi implementado o cadastro de demandas, intervenções, interventores e equipes de intervenções.

1. Em 'cadastrar demanda', como mostra a Figura 9, pode-se nomear a demanda, selecionar até o nível taxonômico desejado, inserir a data e hora que a demanda ocorreu, o modo de falha, o impacto no funcionamento, o modo de operação durante a falha e a causa.

Figura 9 – Screenshot da página de cadastro de demandas

Fonte: autoria própria.

2. Em 'cadastrar intervenção', da mesma forma do Item (1), é possível escolher o nível taxonômico, além disso, a categoria de intervenção, nome para ela (campo atividade), início e término, selecionar a demanda cadastrada e a equipe que irá atuar nas operações. Veja a Figura 10.

Figura 10 – Screenshot da página de cadastro de intervenção
Cadastrar Intervenção

Sistema

Seleccione o sistema

Seleccione a unidade

Seleccione a subunidade

Seleccione o componente

Seleccione a parte

Categoria:

Seleccione...

Atividade:

Início:

dd / mm / aaaa

-- : -- : --

Término:

dd / mm / aaaa

-- : -- : --

Demanda:

Seleccione...

Equipes:

Seleccione...

Cadastrar

Fonte: autoria própria.

3. Em 'cadastro de interventores', pede-se algumas informações pessoais e profissionais de cada interventor(a), como seu nome completo, sexo, data de nascimento, estado civil, endereço, formação, especialização, e assim por diante. Veja a Figura 11.

Figura 11 – Screenshot da página de cadastro de interventor
Adicionar Interventor

Nome:

Sexo:

Sexo

Data de nascimento:

dd / mm / aaaa

Data de admissão:

dd / mm / aaaa

Cargo:

Formação:

Especializações:

Remuneração:

Estado civil:

Estado civil

Estado:

Selecione um Estado

Cidade:

Endereço:

Contato:

Ex.: (00) 00000 0000

E-mail:

exemplo@mesor.com.br

Salvar

Fonte: autoria própria.

4. Por fim, em 'cadastro de equipes de intervenção', há campos para o nome, objetivos gerais e específicos, experiências e habilidades requeridas para se enquadrar naquele grupo e uma tabela para selecionar os interventores que vão compor a equipe. Veja a Figura 12.

Figura 12 – Screenshot da página de cadastro de equipes

Cadastrar Equipe de intervenção

Nome da equipe:		Interventores:					
Objetivo geral:		Selecionar	Nome	Sexo	Nascimento	Admissão	Cargo
Objetivo específica:		<input type="checkbox"/>	Cezar	Masculino	2001-06-27	2021-07-20	Gerente
Experiências requeridas:		<input type="checkbox"/>	Wesley	Masculino	2000-05-2	2021-07-20	Gerente
Habilidades requeridas:							

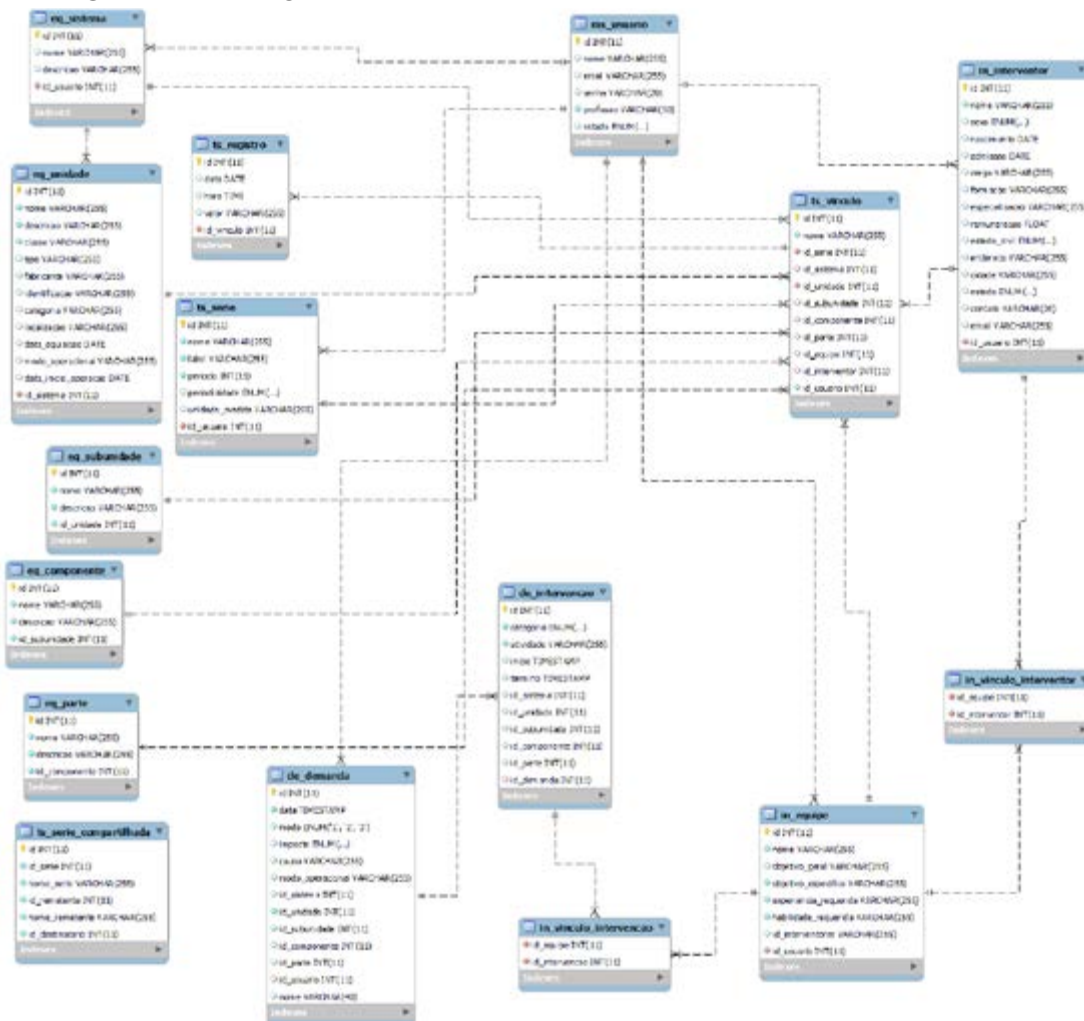
Cadastrar

Fonte: autoria própria.

4.4 Banco de dados

Banco de dados que já estava implementado foi modificado algumas vezes para suportar as novas requisições do projeto atual. Porém, nenhum cadastro de usuário foi perdido. A Figura 13 exibe o diagrama de entidade-relacionamento gerado pelo MySQL Workbench (CORPORATION, 2021), que mostra a estrutura, as relações entre as entidades e as informações que cada uma armazena.

Figura 13 – Diagrama de entidade-relacionamento do banco de dados



Fonte: autoria própria.

5 CONCLUSÕES

Com o uso da ferramenta desenvolvida e tendo um cadastro contínuo das intervenções que ocorrem, pode-se obter uma boa base para previsão de eventos futuros (falhas ou manutenções programadas), ajudando assim na gestão financeira e de produção da empresa e na redução de gastos com manutenções corretivas. Entretanto, a ferramenta desenvolvida não leva em conta o tempo que durou a intervenção realizada, dessa forma, em possíveis trabalhos futuros podem-se implementar um novo módulo com outro formalismo estatístico que cubra tal limitação. Além disso, houve a necessidade de familiarização com

as partes da aplicação já desenvolvida. A aplicação em desenvolvimento está disponível gratuitamente em www.mesor.com.br mediante um simples cadastro de conta do usuário.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade Federal do Cariri (UFCA) pela concessão das bolsas, pelo Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica e por todo o apoio durante o desenvolvimento do projeto.

REFERÊNCIAS

- CORPORATION, O. **MySQL Workbench**. 2022. Disponível em: <https://www.mysql.com/products/workbench/>. Acesso em: 22 maio 2022.
- CRYER, J. D.; CHAN, K.-S. **Time series analysis: with applications in R**. [S. l.]: Springer, 2008. v. 2.
- FERREIRA, R. J.; FIRMINO, P. R. A.; CRISTINO, C. T. A mixed kijima model using the weibull-based generalized renewal processes. **PLoS ONE, Public Library of Science**, [s. l.], v. 10, n. 7, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1371>. Acesso em: 22 maio 2022.
- FOUNDATION, T. R. **The R Project for Statistical Computing**. 2022. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 22 maio 2022.
- GIT. [Sem título]. 2021. Disponível em: <https://git-scm.com/>. Acesso em: 22 maio 2022.
- GITHUB, I. **Github**. 2022. Disponível em: <https://github.com/>. Acesso em: 22 maio 2022.
- GROUP, P. **Documentation**. [S. l.]: PHP, 2022. Disponível em: <https://www.php.net/docs.php>. Acesso em: 22 maio 2022.
- ISO, T.; SC, N. **Petroleum, petrochemical and natural gas industries** – collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment. n. 14224, 2006.
- KIJIMA, M.; SUMITA, U. A useful generalization of renewal theory: counting processes governed by non-negative markovian increments. **Journal of Applied Probability**, JSTOR, p. 71-88, 1986. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-applied-probability/article/abs/useful-generalization-of-renewal-theory-counting-processes-governed-by-nonnegative-markovian->



[increments/DC75853B9B56C94472394275A424EED4](#). Acesso em: 22 maio 2022.

MODARRES, M.; KAMINSKIY, M. P.; KRIVTSOV, V. **Reliability engineering and risk analysis: a practical guide**. [S. l.]: CRC press, 2016.

MOURA, M. das C. *et al.* A competing risk model for dependent and imperfect condition-based preventive and corrective maintenances. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: **Journal of Risk and Reliability**, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 228, n. 6, p. 590–605, 2014. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1748006X14540878>. Acesso em: 22 maio 2022.

DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DIÁRIA E HORÁRIA PARA O MUNICÍPIO DE BARBALHA-CE

Sérgio Manoel Alencar Sousa¹

Carlos Wagner Oliveira²

José Vinicius Peixoto de Alencar Ramalho³

RESUMO

A evapotranspiração é fundamental para que se realize o manejo adequado da irrigação e conservação dos recursos hídricos. Um dos modos mais comumente utilizados para determiná-la é a equação de Penman-Monteith FAO56, que utiliza de dados meteorológicos e balanços energéticos. O objetivo do trabalho é determinar a Evapotranspiração em Barbalha-Ceara, e comparar os métodos de cálculo diário e a soma dos valores horários para determinar lâmina de irrigação. Os dados meteorológicos foram coletados do Instituto Nacional de Meteorologia referentes ao ano de 2019. Na estatística foi avaliada a correlação entre os dados pelo método de Willmott, índice de determinação e a diferenças entre os dados diários e horários. Os dados coletados apresentaram boa concordância, no ano analisado a evapotranspiração superou a média histórica. Os dados horários apresentaram valores superiores aos encontrados nos dados diários. Os meses onde se observou as maiores variações foram os meses de setembro, outubro e novembro que também são os meses de maiores temperatura.

Palavras-chave: evapotranspiração; dados meteorológicos; irrigação.

¹ Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), Universidade Federal do Cariri (UFCA), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), E-mail: srananela@gmail.com.

² Universidade Federal do Cariri (UFCA), E-mail: carlos.oliveira@ufca.edu.br

³ Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), Universidade Federal do Cariri (UFCA), E-mail: vinicius.peixoto.ar@gmail.com



ABSTRACT

Evapotranspiration is essential for the proper management of irrigation and conservation of water resources. One of the most used ways to determine it is the Penman-Monteith FAO56 equation, which uses meteorological data. The objective of this work is to determine the Evapotranspiration in Barbalha-Ceará, and to compare the daily calculation methods and the sum of the hourly values to determine the irrigation depth. Meteorological data were collected from the National Institute of Meteorology - INMET for the year 2019. In statistics, the correlation between the data was evaluated by the method of Willmott, determination index and the differences between daily and hourly data. The data collected showed good agreement, in the year analyzed, evapotranspiration exceeded the historical average. The daily data showed higher values than those found in the hourly data. The months in which were observed the greatest variations were the months of September, October and November, which are also the months with the highest temperature.

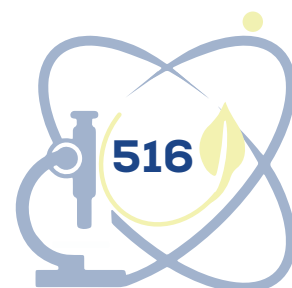
Keywords: evapotranspiration; meteorological data; irrigation.

1 INTRODUÇÃO

A demanda mundial por alimentos tem exercido uma crescente pressão para que haja a expansão de áreas agricultáveis ao redor do mundo (FAO, 2012). Este processo tem ocorrido em regiões onde as precipitações anuais não são capazes de suprir a demanda hídrica das culturas de interesse agrícola (LOPES, 2016).

Conforme as áreas exploradas vão aumentando gradativamente faz-se necessário a evolução do manejo da irrigação, principalmente em áreas onde as precipitações são escassas. No Cariri cearense a agricultura irrigada já vem sendo utilizada há um tempo considerável por vários produtores locais. A determinação correta da quantidade de água a ser aplicada é uma importante ferramenta para o manejo dos recursos hídricos da bacia hidrográfica e redução dos custos de produção.

O fator climático nas regiões áridas, semiáridas e secas, considerando-se as variações espaciais e temporais, é determinante no processo de degradação dos recursos naturais. Provocando deste modo limitações ao manejo e à produtividade (MATOS *et al.*, 2015). Uma tecnologia empregada para contornar as adversidades climáticas dessas regiões é a irrigação, que consiste em suprir de modo artificial a demanda hídrica das lavouras.



Conhecer a evapotranspiração é de fundamental importância para planejar e mensurar a necessidade de irrigação para uma cultura e ter um manejo racional dos recursos hídricos (BACK, 2007).

Evapotranspiração é o termo que foi cunhado pelo climatologista Charles Warren Thornthwait no início dos anos 1940 do século XX para descrever os fenômenos simultâneos de evaporação da água do solo e a transpiração das plantas, sendo este processo mediado pelas variáveis do balanço de energia, pela demanda atmosférica e pelo aporte de água no solo às plantas (MENDONÇA *et al.*, 2003).

Devido à dificuldade de se calcular a evapotranspiração de cultura (ET_c) em campo, é comum determinar a evapotranspiração de referência com base nos dados do clima, e posteriormente, ajustar os valores para as condições reais da cultura através de determinado coeficiente de cultura (RODRIGUEZ *et al.*, 2011).

Segundo Back (2007), a escolha do intervalo de tempo depende do objetivo e da precisão desejada e do intervalo de tempo usado nos cálculos das médias das variáveis meteorológicas.

Pesquisadores de todo mundo vêm adotando o método Penman-Monteith FAO56 como padrão para estimativa de evapotranspiração de referência segundo a FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação) (ALLEN *et al.*, 1998).

A equação considerada mais precisa para estimar a ET_o é calculada através da evapotranspiração diária juntamente à integração dos valores horários de evapotranspiração (ANDRADE, 2018 *apud* JENSEN; ALLEN, 2016).

2 OBJETIVO

Determinar a evapotranspiração do município de Barbalha–CE, para o ano de 2019, fazendo o comparativo do resultado da equação feita com bases nos dados diários, e os resultados com a soma dos dados horários, buscando definir a melhor a ser aplicado para cálculos de lâmina de irrigação na região da bacia do rio Salamanca.

3 METODOLOGIA

O local onde foi desenvolvido o estudo são os municípios de Barbalha-CE, para este trabalho os dados climáticos foram coletados respectivamente na estação meteorológica A315, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), correspondendo ao intervalo do dia primeiro de janeiro de 2019 ao dia 31 de dezembro de 2019.

Para o processamento dos dados foram utilizados os softwares Excel e SISVAR. A comparação foi realizada por meio dos índices de determinação (R^2) e do índice de concordância (d), propostos por Willmott *et al.* (1985). Os dados obtidos foram os seguintes: temperatura média, máxima e mínima, umidade relativa máxima e mínima, pressão atmosférica, velocidade média do vento, radiação global e radiação líquida.

Para a determinação da temperatura média no cálculo diário foi feito a média entre as temperaturas máxima e mínima como indicado no Manual FAO 56, para o cálculo horário, foram utilizadas as temperaturas instantâneas. Dados de dias que não apresentavam valores para as 24 horas do dia foram descartados, para não influenciarem no resultado.

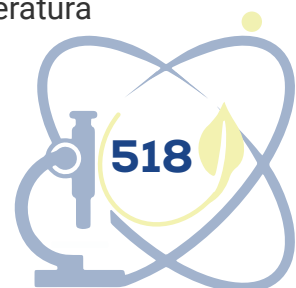
Para os cálculos dos valores de evapotranspiração de referência diária e horária foi utilizada a equação de Penman-Monteith (PM) (ALLEN *et al.*, 1998) para superfície coberta de grama e adotando como albedo o valor de 0,23, para os valores diários foi utilizada a equação 1.

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \frac{900}{T + 273} u_2(e_s - e_a)$$

Sendo:

ET_o – Evapotranspiração de referência diária (mm.d⁻¹);

Δ – inclinação da curva de saturação da pressão do vapor à temperatura



média do ar (kPa. °C);

R_n – Saldo de radiação à superfície (MJ.m⁻².d⁻¹);

G – densidade do fluxo de calor no solo, que neste trabalho foi considerado com sendo sempre G (MJ.m⁻².d⁻¹);

γ – é o fator psicrômetro (kPa. °C⁻¹);

T – Temperatura média do ar (°C);

e_s – pressão de saturação de vapor (kPa);

e_a – pressão atual de vapor (kPa);

$e_s - e_a$ – déficit de pressão de saturação de vapor (kPa);

u_2 – velocidade média do vento a dois metros de altura (m.s⁻¹).

Já os valores para ET_o horária foram deduzidos através da equação 2:

$$ET_{o(h)} = 0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma T_{hr} + 273 u_2 (e^{o(T_{hr})} - e_a) / (\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2))$$

Sendo:

$ET_{o(h)}$ – Evapotranspiração de referência horária (mm.h⁻¹);

Δ – inclinação da curva de saturação da pressão de vapor à temperatura média do ar (kPa. °C);

R_n – saldo de radiação à superfície (MJ.m⁻².h⁻¹);

G – fluxo de calor sensível no solo (MJ.m⁻².h⁻¹);

γ – constante psicométrica (kPa. °C⁻¹);

T_{hr} – temperatura média do ar a 2 metros de altura (°C);

u_2 – velocidade do vento a 2 metros de altura (m.s⁻¹);

e^o – pressão de saturação de vapor (kPa);

e_a – pressão atual de vapor (kPa).

Foi utilizado a diferença entre a evapotranspiração diária e a soma da evapotranspiração horário no período de horas 24, conforme a equação 3:

$$D = ET_{o(d)} - \sum ET_{o(h)}$$

Sendo:

$ET_{o(d)}$ – evapotranspiração de referência diária (mm.d⁻¹);

$ET_{o(h)}$ – evapotranspiração de referência horária (mm.h⁻¹).

Foi calculado o desvio padrão e a média da diferença entre a evapotranspiração de referência diária e evapotranspiração de referência horária durante as 24 horas, regressão linear e o coeficiente de determinação entre a evapotranspiração diária e o somatório da evapotranspiração horária durante as 24 horas. Foi calculado também o intervalo de confiança (IC) para 1% de significância.

Para mensurar a exatidão e os afastamentos dos valores observados durante o período analisado foi utilizado o índice de concordância (d), proposto por Willmott *et al.* (1985), conforme a equação 4:

$$d = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|P_i - O_i| + |O_i - O|)^2} \right]$$

Sendo:

d – índice de exatidão adimensional (valores podem variar de 0 para nenhuma concordância, a 1 para uma concordância perfeita);

n – número de observações;

P_i – valores estimados $ET_{o(d)}$ (mm.d⁻¹);

O_i – valores obtidos pelo método Penman-Monteith FAO 56 (mm.d⁻¹);

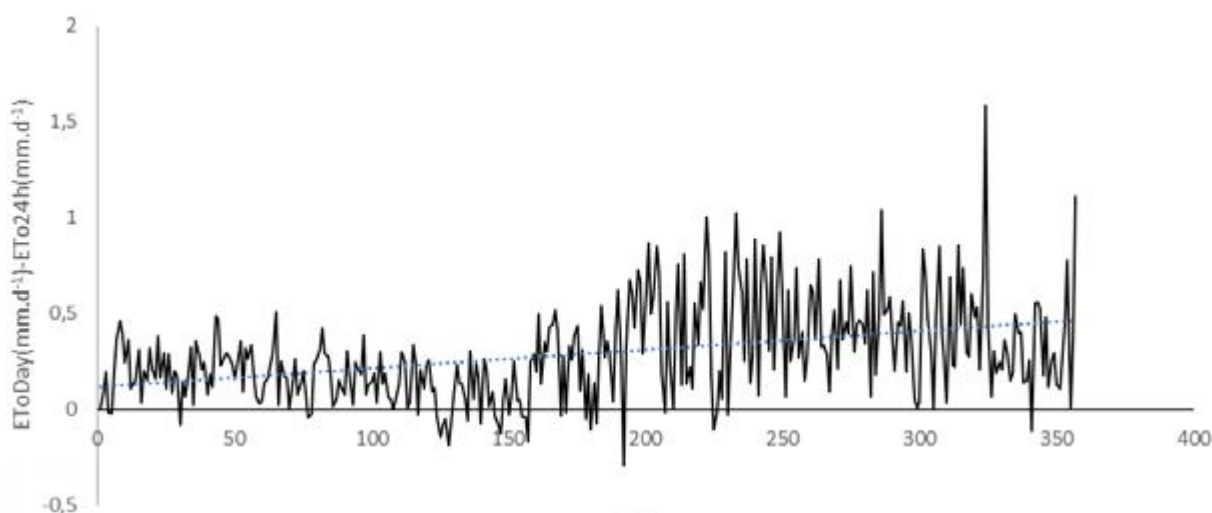
O – medidas dos valores de ET_o obtidas pelo método Penman-Monteith FAO 56 (mm.d⁻¹).



4 RESULTADOS

Foi determinado para o ano de 2019 que a evapotranspiração diária do posto de Barbalha foi 1963,08, os dados são superiores à média histórica segundo a FUNCEME que é de 1756,51. A distribuição da diferença D (mm) da evapotranspiração diária e da soma das 24 horas pode ser observada na Gráfico 1.

Gráfico 1 – Em preto a variação da diferença entre Evapotranspiração Diária e a Evapotranspiração do somatório das 24 horas, em azul a linha de tendência das evapotranspirações para o município de Barbalha-CE

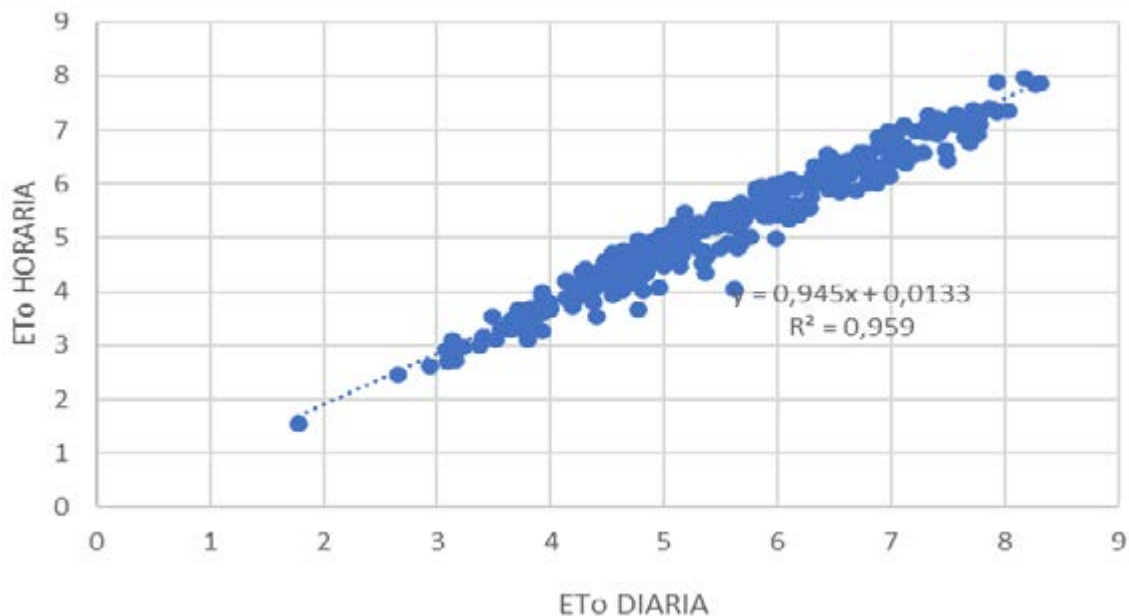


A correlação dos entre os métodos quando analisados estatisticamente pelo índice de concordância de Willmott *et. al.* (1985), obteve valor de 0,98, sendo este valor classificado como ótimo, tendo em vista que valores acima de 0,85 recebem essa classificação. Os dados diários apresentaram valor superior em mais de 5% aos valores das somas das 24 horas, isso é demonstrado no gráfico pelas poucas ocasiões em que o a linha assume valores negativos. O resultado vai de encontro com o que afirma Grazhdani, Ahmeti e Bitri (2010), que a equação de PMFA056 tende a acumular uma ET_0 maior quando realizado o cálculo com base de dados diárias do que quando se calcula com a somatória dos dados horários.

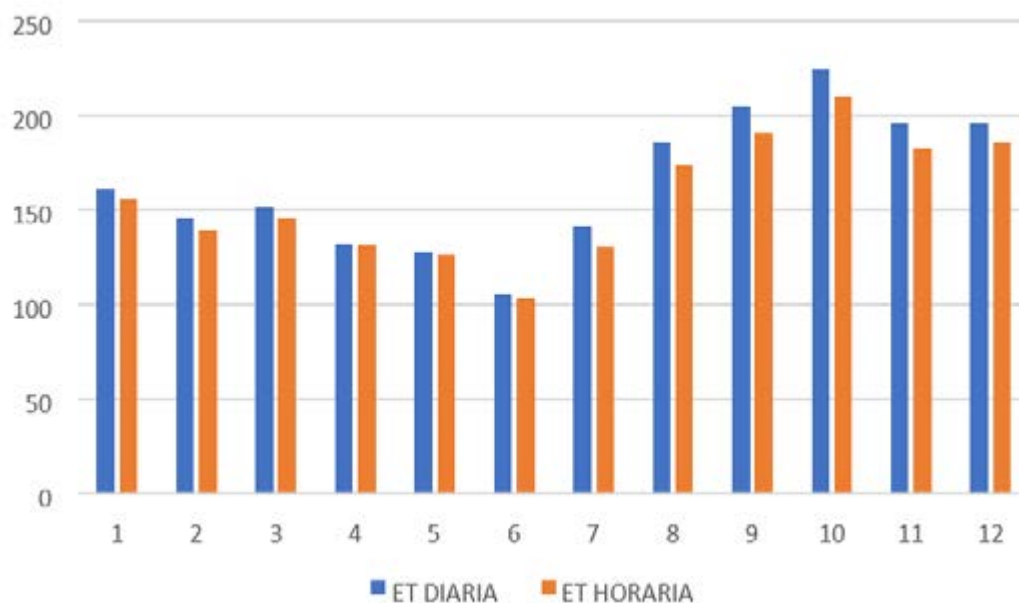
No gráfico 2 podemos observar o resultado da regressão linear entre os valores de evapotranspiração de referência diário e da soma dos valores das 24 horas. O R^2 encontrado foi de 0,96 valor aproximado ao encontrado por Yildirim,

Cakmak e Kose (2004), que foi de 0,98, sendo bastante satisfatório.

Gráfico 2 – Regressão linear para Evapotranspiração diária e somatórias dos valores horários



Fazendo uma análise mês a mês, nota-se que os valores seguem o mesmo comportamento de quando analisados separadamente por dia a dia conforme se pode ver no gráfico 3, onde os valores diários não são ultrapassados pelo valor da soma das 24 horas.

Gráfico 3 – Soma mensal da Evapotranspiração diária e somatória das 24 horas

Observando o gráfico logo acima, evidencia uma maior evapotranspiração no mês 10, correspondendo ao mês de outubro tanto para os valores diários quanto para os valores da soma das 24 horas, onde a diferença encontrada entre os métodos foi de 13,62 mm, sendo que os valores diários apresentaram valores 6% superiores aos horários, tais valores se aproximam do encontrado por Grazhdani e Ahmeti (2010), que foi de 5,3%, e vai contra os dados de Feitosa et al. (2011), onde os valores variaram em 9% no mês onde houve o pico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando calculado a evapotranspiração por Perman-Monteith os valores diários são em média superiores em mais de 5% dos valores encontrados quando se realiza o cálculo para valores horários e soma as 24 horas.

Esses valores não são constantes, tendo uma menor variação nos meses de abril, maio e junho, e maior variação no mês de setembro, outubro e novembro.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration:**

guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

ANDRADE, D. G. F. **Análise Quantitativa Entre Métodos de Estimativa da Evapotranspiração Horária Integrada e a Diária no Brasil, 2018.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Sistemas de Informação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Estatística e Informática, Recife-PE, 2019.

BACK, A. J. Variação da evapotranspiração de referência calculada em diferentes intervalos de tempo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 139-145, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/xtLbkSkQgRgCL9Nx6QGWrzy/?lang=pt>. Acesso em: 15 maio 2023.

FEITOSA, D. G. *et al.* Evapotranspiração de Referência Calculada à intervalos de Dados Horários e Diários. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 21., 2011, Petrolina. **Anais [...]**. Petrolina: ABID, 2011. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/a?b=ad&id=908155&biblioteca=vazio&busca=908155&qFacets=908155&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. Acesso em: 15 maio 2023.

GRAZHDANI, S.; AHMETI, A. Estimating Reference Evapotranspiration Using Two Different Models of Penman-Monteith Method for Climatic Conditions of Albania. **Republic Of Macedonia**, [s. l.], v. 25, n. 29, p. 1-11, 2010.

GRAZHDANI, S.; AHMETI, A.; BITRI, M. An evaluation and comparison of reference crop evapotranspiration in climatic conditions of albania. **Natura Montenegrina**, Montenegro, v. 9, n. 3, p. 937-950, 2010.

LOPES, I.; LEAL, B. G. Evapotranspiração Horária x Diária Utilizando Penman-Monteith para o polo de desenvolvimento Petrolina-Juazeiro-Ba. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, CE, v. 10, n. 5, p. 914-924, 2016.

MATOS, R. M.; MEDEIROS, R. M.; FRANCISCO, P. R. M.; SILVA, P. F.; SANTOS, D. Caracterização e aptidão climática de culturas para o município de Alhandra-PB, Brasil. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, [s. l.], v. 9, p. 183-192, 2015.

MENDONÇA, J. C. SOUSA, E. F.; BERNARDO, S.; DIAS, G. P.; GRIPPA, S. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) na região Norte Fluminense, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 275-279, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/9WZpCjyvTDxTs9CXsymPnFG/>. Acesso em: 15 maio 2023.

RODRIGUES, S. B. S; MANTOVANI, E. C; OLIVEIRA, R. A; PAIVA, H. N; ALVES, M. E. B. Necessidades Hídricas de mudas de Eucalipto na Região Centro Oeste de Minas Gerais. **Irriga**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 212–223, 2011. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2011v16n2p212>. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/204>. Acesso em: 15 maio 2023.

WILLMOTT, C. J. CKLESON, S. G.; DAVIS, R. E. FEDDEMA, J. J.; KLINK, K. M.; LEGATES, D, R.; O DONNEL, J.; ROWE, C. M. Statistics for the evaluation and comparison of models, **Journal of Geophysical Research**, [s. l.], v. 90, n. 5, p. 8895-9055, 1985. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/JC090iC05p08995>. Acesso em: 15 maio 2023.

YILDIRIM, E. Y.; CAKMAK, B.; KOSE, T. Comparison of hourly and daily reference evapotranspiration values for GAP Projects area. **Journal of Applied Sciences**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 53-57, 2004. DOI: <https://doi.org/10.3923/jas.2004.53.57>. Disponível em: <https://scialert.net/abstract/?doi=jas.2004.53.57>. Acesso em: 15 maio 2023.



MUDANÇAS NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA DO RIO SALAMANCA: PERÍODO DE 1985 – 2020

José Vinícius Peixoto de Alencar Ramalho¹

Carlos Wagner Oliveira²

Sérgio Manoel Alencar Sousa³

RESUMO

Este trabalho teve como propósito quantificar e qualificar a natureza e a magnitude das ações antrópicas sobre a região da bacia hidrográfica do Salamanca, situada no município de Barbalha, Ceará, microrregião do Cariri, região está conhecida pela sua abundância em reservas de águas subterrâneas, que, contudo, já apresentam os efeitos da superexploração dos recursos hídricos ao apresentarem o rebaixamento dos seus níveis freáticos. O presente trabalho buscou neste primeiro momento sistematizar as informações obtidas no decorrer da sua execução para em um segundo trabalho poder correlacioná-las às alterações na dinâmica hidrológica da região e aos efeitos das ações humanas na exploração direta dos recursos hídricos existentes dentro da área da bacia hidrográfica, que se destaca como polo produtor de banana (*Musa spp*). Para atender este propósito foram usadas geotecnologias associadas à modelagem agroambiental, que apontaram a substituição da vegetação nativa (formação savânica) por áreas de agricultura irrigada paralelamente a um aumento contínuo e gradativo das áreas de urbanização.

Palavras-chave: geotecnologia; modelagem agroambiental; bacia do Salamanca; recursos hídricos; Cariri cearense.

¹ Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), Universidade Federal do Cariri (UFCA), vinicius.peixoto.ar@gmail.com

² Universidade Federal do Cariri (UFCA), carlos.oliveira@ufca.edu.br

³ Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), Universidade Federal do Cariri (UFCA), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), srancnела@gmail.com



ABSTRACT

This work aimed to quantify and qualify the nature and magnitude of human actions on the Salamanca watershed region, located in the municipality of Barbalha, Ceará, Cariri micro-region, a region known for its abundance in groundwater reserves, which however, they already show the effects of the overexploitation of water resources when they present the lowering of their water table. The present work sought in this first moment to systematize the information obtained during its execution so that in a second work it can be correlated with changes in the hydrological dynamics of the region and the effects of human actions in the direct exploitation of existing water resources within the watershed's area, which stands out as a banana (*Musa spp*) producing pole. To meet this purpose, geotechnologies associated with agro-environmental modeling were used, which indicated the replacement of native vegetation (savanna formation) by irrigated agriculture areas in parallel with a continuous and gradual increase in urbanization areas.

Keywords: geotechnology; agro-environmental modeling; Salamanca watershed; water resources; Cariri cearense.

1 INTRODUÇÃO

A elevada demanda por alimentos, em decorrência do aumento populacional (mais de 7 bilhões de habitantes no planeta em 2014) (ESTADÃO, 2017), pressiona os esforços pela busca de inovações tecnológicas, métodos simplificados e aplicações eficientes que supram as necessidades hídricas das culturas de forma a maximizar a produção utilizando a mesma unidade de área. Paralelamente, as soluções que visam o aumento da produção de alimentos deparam-se com o problema referente à demanda por água pela agricultura irrigada.

A crescente demanda hídrica aliada à deterioração dos recursos naturais e a sua escassez em algumas regiões, tornam imprescindível o gerenciamento integrado dos recursos hídricos (SCHIMIDT *et al.*, 2004). O setor agrícola é notoriamente o maior consumidor de água, utilizando 70% de toda água derivada de rios, lagos e aquíferos subterrâneos. Sendo os outros 30% destinados à indústria e ao uso doméstico (PAZ *et al.*, 2000). Diante dos dados apontados, o uso racional da água na agricultura irrigada deve ser considerado uma meta de primeira ordem. Para se alcançar um aumento de produção com menos água pode-se elencar três possíveis estratégias: a) Utilização de cultivares melhoradas que necessitem menor consumo de água; b) Melhorias nos sistemas de irrigação



e reengenharia desses sistemas; c) Gerenciamento efetivo e eficiente da água.

Deste modo, busca-se no gerenciamento da água, estratégias para fomentar a produção e disponibilidade de alimentos através do uso sustentável da agricultura irrigada. Conclui-se que não se alcançará o desenvolvimento sustentável sem que antes haja um mundo com segurança hídrica (GREY; SADOFF, 2007).

Levando-se em consideração as irregularidades climáticas típicas do semiárido brasileiro e a perspectiva de recrudescimento dessa situação em decorrência dos efeitos das mudanças climáticas a nível global, faz-se necessário o uso de tecnologias e/ou estratégias que possam promover uma maior produção agrícola com um menor emprego dos recursos hídricos, haja vista a escassez destes.

Na microrregião do Cariri cearense, região esta conhecida pela sua abundância de água em reservatórios subterrâneos, observa-se o rebaixamento excessivo do nível freático devido à superexploração das águas subterrâneas, levando a SRH/COGERH a implementarem uma resolução restringindo a perfuração de novos poços (RESOLUÇÃO/CONERH N 01/2015 de 10 de maio de 2015), mais especificamente no recorte CRAJUBAR (Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha). Por outro lado, o setor produtivo do Cariri vem aumentando em área irrigada, tornando-se um importante polo produtivo de banana (*Musa spp*), que tem abastecido os principais mercados do Nordeste brasileiro.

Tabela 1 – Municípios da Região Metropolitana do Cariri (RMC) com melhor desempenho na produção agrícola

Tipo de cultivo	Município	Área plantada (ha)	Área colhida (há)	Produção (toneladas)	Produtividade média (t.ha-1)
Irrigado	Missão Velha	540	460	9240,0	20,087
Irrigado	Barbalha	295	295	5310,0	18,000

Fonte: adaptado (ADECE, 2013).

Portanto, esta primeira etapa do trabalho teve como propósito realizar o monitoramento da evolução do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Salamanca situada majoritariamente dentro dos limites do município de Barbalha, Ceará, avaliando especialmente a expansão das áreas de cultivo agrícola, a

fim de que com estes dados se possa dar continuidade a etapa seguinte do trabalho que será quantificar a forma com essas alterações da cobertura e uso do solo têm afetado a dinâmica hidrológica, principalmente no que diz respeito à evapotranspiração.

A taxa de evapotranspiração e produção de biomassa das culturas agrícolas varia de uma região para outra e no mesmo local ao longo do tempo. Ambos os fatores citados podem ser alterados em função das condições climáticas atuais, principalmente da radiação solar, temperatura, do *deficit* de pressão de vapor no ar e do vento; e das condições de manejo, capacidade de armazenamento da umidade do solo, cobertura, espaçamento e densidade das culturas, uso de quebra-ventos, uso de cobertura morta. Além de outros fatores como profundidade de sistema radicular, área foliar, tipo de planta, altura, albedo e capacidade fotossintética. Diante do contexto supracitado, o uso da geotecnologia, associado à modelagem agroambiental, permitirá estimar a eficiência do uso da água de irrigação no cultivo da banana e outras culturas nas bacias do Cariri cearense. Nessa área existem fazendas que operam a mais de 20 anos e outras mais recentes que se estabeleceram nos últimos dois anos (2020 e 2021), especialmente na microbacia do Salamanca na Região Metropolitana do Cariri, Ceará, Brasil.

2 OBJETIVOS

Realizar o monitoramento da evolução do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Salamanca situada majoritariamente dentro dos limites do município de Barbalha, Ceará, entre os anos de 1985 a 2020.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A microbacia do Rio Salamanca, compõem a sub-bacia do Rio Salgado, que deságua no rio Jaguaribe na cidade de Icó. Esta microbacia é formada pela ressurgência das fontes de água da Chapada do Araripe com direção dos seus fluxos hídricos no sentido oeste para leste, e o seu rio principal – o rio Salamanca – está constituída por vários afluentes tais como: Riacho do Ouro, Riacho Santana, Riacho Batoque, Riacho São Francisco, entre outros, que deságuam no município



de Missão Velha, no Riacho dos Salgados (BRITO; GRANJEIRO, 2015).

O clima da região apresenta elevadas temperaturas e baixas amplitudes térmicas anuais com marcante irregularidade pluviométrica e média de 700 mm/ano. De acordo com a classificação Koppen-Geiger, os nove municípios presentes na região metropolitana do Cariri cearense são classificados como clima de savana Aw. Para Thornthwaite, podem ser classificados em geral como B1, B3 e C2, em torno de úmido a subúmido (LIMA *et al.*, 2017).

O Estado do Ceará conta com um considerável acervo bibliográfico referente a estudos Geográficos/Hidrogeológicos, tanto do contexto das rochas cristalinas como das rochas sedimentares, no entanto, grande parte deste material é essencialmente informativo e descritivo, mas não é interpretativo (AGUIAR; CORDEIRO, 2002).

As imagens dos arquivos Landsat 5 e 8 foram adquiridas através da plataforma *Earth Explore* do *U.S Geological Survey* (USGS <<https://earthexplorer.usgs.gov>>) para intervalos de 5 em 5 anos a partir de 1990 até 2020. As bandas imagens coletadas para os períodos que vão de 1990 a 2010 são provenientes da plataforma Landsat 5 e as dos anos 2015 e 2020 são provenientes da plataforma Landsat 8. Da plataforma Landsat 5 foram baixadas as bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 para cada ano em análise; e da plataforma Landsat 8 as bandas 2 a 7. Tomou-se a precaução de selecionar, quando possível, as imagens com a menor cobertura de nuvens sobre a área de interesse, assim como, que todas as imagens fossem correspondentes de uma mesma época do ano, levando-se em consideração que a depender do período em análise podem haver diferenças dos índices foliares em decorrência das precipitações o que acarreta diferentes respostas espectrais para os distintos períodos de precipitação (COELHO *et al.*, 2013); logo o estudo se concentrou no período do segundo semestre de cada ano do estudo.

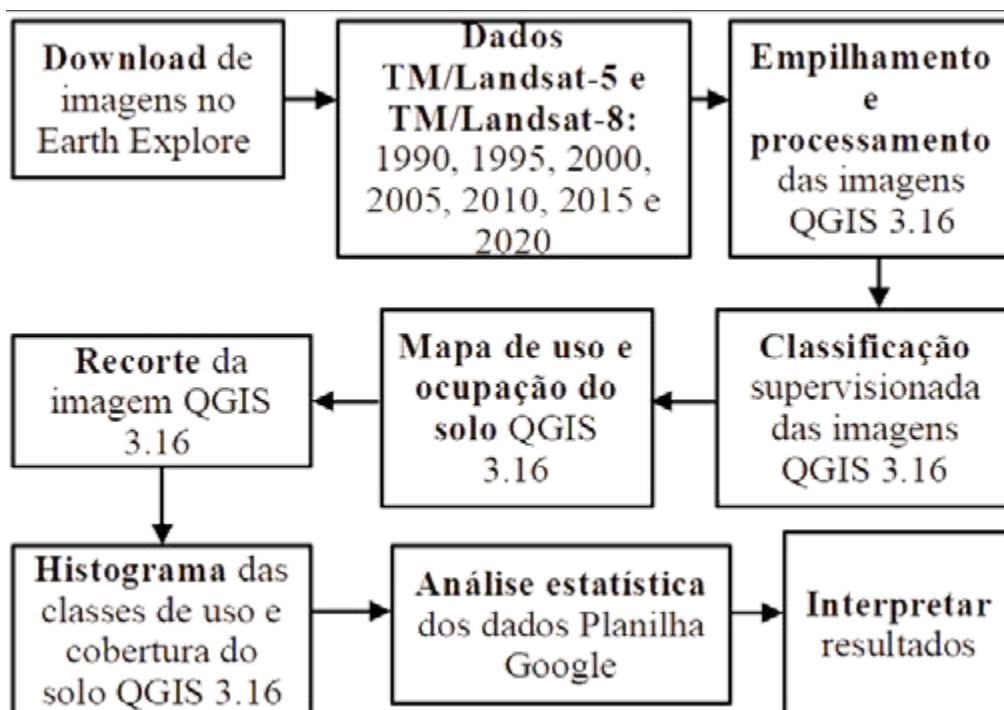
Foram feitas também aquisições de imagens nos arquivos do MapBioma (<<https://mapbiomas.org>>) para intervalos de 5 em 5 anos com início em 1985 indo até 2020, com o diferencial de que os arquivos fornecidos pelo MapBiomas já apresentam uma classificação de uso e ocupação prévia e contemplam todo o território brasileiro.

A classificação supervisionada do uso e ocupação do solo foi realizada através do Sistema de Informações Geográficas – SIG gratuito



de geoprocessamento QGIS, por meio do qual utilizou-se o complemento *Supervised Classifier Plugin – SCP plugin* para tal propósito. As bandas de imagens adquiridas no sítio web *Earth Explore* foram submetidas inicialmente a uma etapa de pré-processamento, gerando novos arquivos passados por uma correção atmosférica (*DOS1 atmospheric correction*) para em seguida serem empilhadas (*Band set*) gerando um único novo arquivo na forma de uma imagem com domínio .tiff. As imagens passaram pelo processo de classificação supervisionada segundo os critérios estabelecidos pelo *USGS National Land Classification System – NLCD*, para então serem gerados os mapas de uso e ocupação que posteriormente foram recortados na área da bacia hidrográfica. As etapas seguintes seriam a geração de histogramas para cada mapa da bacia, a análise estatística e interpretação, respectivamente; como mostra o esquema de trabalhos abaixo. Porém, devido a problemas na etapa de geração dos mapas de uso e ocupação, como será visto na Apresentação e Discussão dos Resultados, estas últimas etapas não foram concluídas.

Figura 1 – Fluxograma das etapas para a classificação do uso e da cobertura do solo



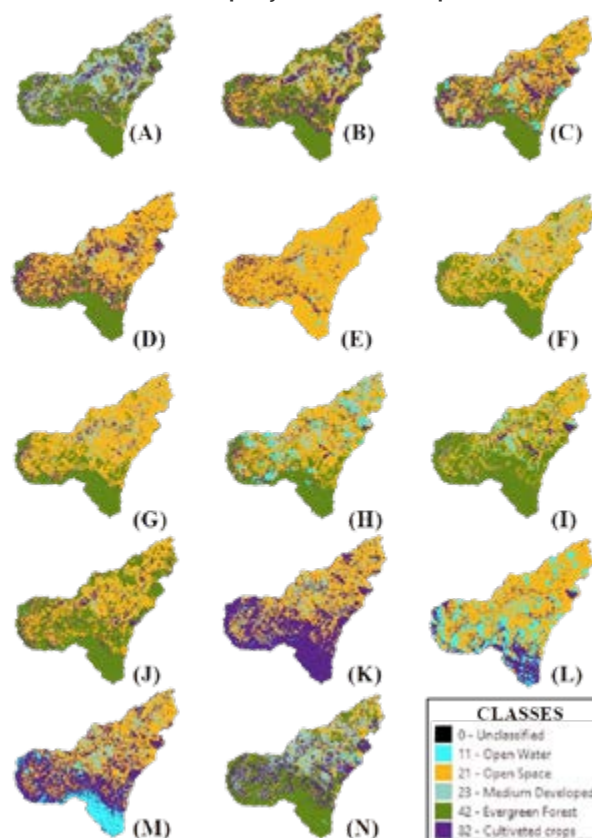
Fonte: autoria própria.

Conforme ao que já foi exposto anteriormente, recorreu-se aos mapas de uso e ocupação oferecidos pelo MapBiomas, como já foi mencionado. Por já apresentarem uma classificação prévia, não foi necessário seguir todas as etapas supracitadas, apenas seguiu-se com o recorte da área da bacia e a geração de histogramas, que por sua vez foram sistematizados nas planilhas do Google e LibreOffice, gerados gráficos e, por fim, interpretados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como já foi supracitado as bandas de imagens de satélites obtidas no sítio web *Earth Explore* foram pré-processadas no QGIS, empilhadas com a finalidade de formar uma única imagem e posteriormente passaram por um processo de classificação supervisionada, utilizando a ferramenta *semi classification plugin* para finalmente serem elaborados mapas de uso e ocupação do solo, apresentados na Figura 2. Foram consideradas as classes de usos de acordo com o USGS *National Land Classification system (NLCD)*.

Figura 2 – Mapas de uso e ocupação do solo para a bacia do Salamanca



Fonte: autoria própria.

Legenda I: (A) 06/10/1990, (B) 16/06/1990, (C) 01/08/1995, (D) 05/11/1995, (E) 27/06/2000, (F) 29/09/2005, (G) 16/11/2005, (H) 13/10/2010, (I) 24/08/2015, (J) 11/10/2015, (K) 14/12/2015, (L) 12/11/2015, (M) 21/08/2020, (N) 27/12/2020.

Legenda II: Classes de uso e ocupação do solo estabelecidas pelo USGS *National Land Classification system* (NLCD): 0 – Não classificado; 11 – Água ao ar livre; 21 – Espaço aberto; 23 – Área com médio desenvolvimento; 42 – Formação florestal perene; 82 – Área ocupada por culturas agrícolas.

Ocorre que para alguns destes mapas observou-se sérios problemas no que diz respeito a acurácia dos resultados que se mostraram evidentemente incompatíveis com a realidade ao apontarem a predominância de classes de uso e ocupação do solo inexistentes para aquela extensão de área e período analisados. É bastante perceptível na Figura 2 que as imagens (E), (K), (L) e (M) destoam bastante das demais, além de apresentarem indicações de ocupação do solo incompatíveis com o histórico área, com é o caso da Chapada do Araripe (classe 42 – *Evergreen Forest*) está classificada como espaço aberto, ou área de cultivo de culturas agrícolas, ou ainda como espaço ocupado por água ao ar livre.

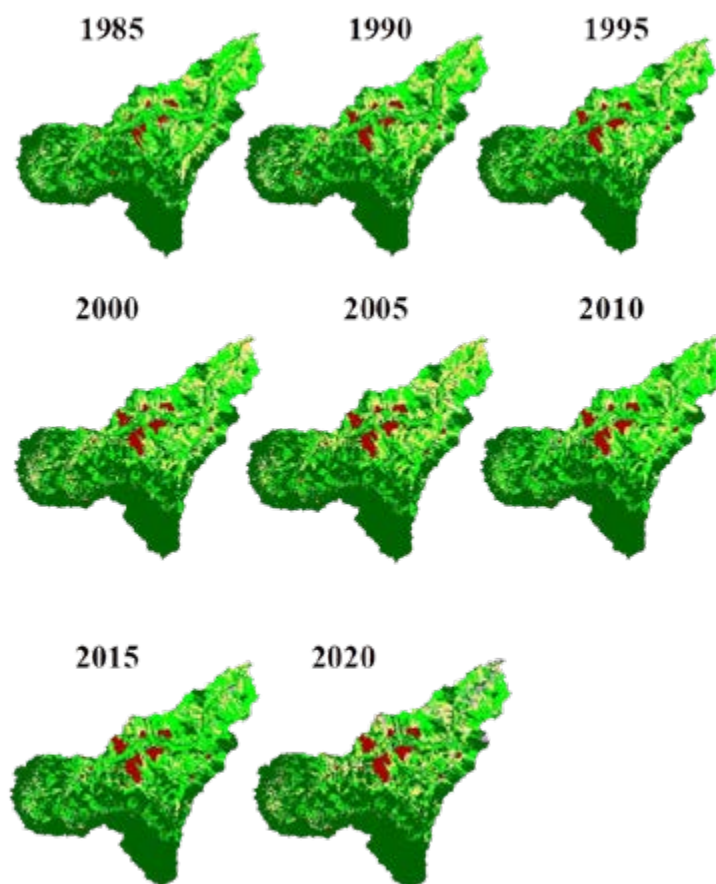
A fim de corrigir este problema, foram utilizadas imagens disponibilizadas pelo MapBiomas para os anos de 1985 a 2020. As imagens foram recortadas para área de estudo e posteriormente foram gerados os seus histogramas com a finalidade de servirem para uma análise quantitativa e qualitativa da evolução do uso e ocupação do solo na bacia do rio Salamanca. As imagens de uso e ocupação são apresentadas na Figura 3 para um intervalo de 35 anos desde 1985.

A partir dos mapas de uso e ocupação do solo da bacia do rio Salamanca mostrados na Figura 3 foram elaborados gráficos com o percentual de cada classe de uso e ocupação para área total da bacia para cada um dos anos analisados, que foram sintetizados no Gráfico 1 abaixo.

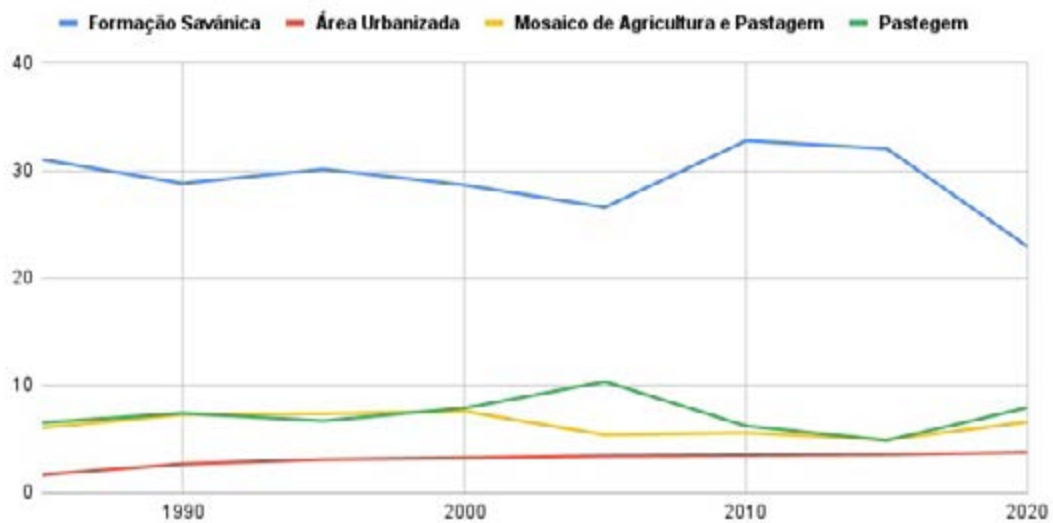
Em um intervalo de 35 anos ocorreu uma oscilação nos valores para determinadas classes, havendo em alguns períodos o seu decréscimo com posterior recuperação em maior ou menor escala; como é o exemplo das áreas de Formação Florestal que em 1985 ocupavam 54,35% da área total da bacia e nos três períodos seguintes em análise (1990, 1995 e 2000) esteve em contínuo

decréscimo ocupando uma área de 53,65, 52,57 e 52,52%, respectivamente, para logo após este período de baixa contínua passar por uma leve recuperação seguida por outro processo de redução, apenas recuperando-se em valores de área no último período analisado (2020) quando a área desta classe passou a representar 56,79% da área total da bacia.

Figura 3 – Mapas de uso e ocupação do solo na bacia do rio Salamanca gerados a partir de imagens disponibilizadas pelo MapBiomas



Fonte: autoria própria.

Gráfico 1 – Comparativo da evolução das classes de uso e ocupação no tempo

Fonte: autoria própria.

Tal fato exige que se elabore uma análise mais apurada para cada um dos períodos, em que se possa verificar a acurácia das informações apontadas nos histogramas. Seria recomendável fazer um estudo comparado do uso e ocupação do solo com um levantamento das precipitações para cada um dos períodos em análise, assim como uma verificação do histórico de medidas de proteção ambiental que tenham sido tomadas nestes últimos anos que possam ter garantido a recuperação de uma área de floresta que vinha sofrendo redução na sua extensão, pois do contrário, há o risco de que áreas ocupadas por outro tipo de vegetação tenham sido categorizadas como área de Formação Florestal.

5 CONCLUSÕES

Foi possível identificar a mudança de uso da terra com a intensificação da agricultura irrigada em substituição da vegetação natural (formação savânica), assim como o aumento da área urbanizada no período de estudo de 1985 a 2020.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao auxílio financeiro do programa (PIBIC) EDITAL 03/2021/PRPI/UFCA - CHAMADA PIICT UFCA/FUNCAP/CNPQ.

REFERÊNCIAS

ADECE. **Perfil da produção de frutas Brasil Ceará 2013**. Fortaleza: ADECE, 2013. Disponível em: http://www.adece.ce.gov.br/phocadownload/Agronegocio/perfil_da_producao_de_frutas_bras_il_ceara_2013_frutal.pdf. Acesso em: 21 maio 2018.

AGUIAR, Robério Bôto; CORDEIRO, Walber. Implantação do sistema de monitoramento/gestão de uma área piloto do aquífero Missão Velha, na Bacia Sedimentar do Cariri, no estado do Ceará. **Águas Subterrâneas**, [s. l.], n. 1, 2002. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22737>. Acesso em: 21 maio 2018.

ALLEN, Richard Glenn *et al.* Satellite-Based Energy Balance for Mapping Evapotranspiration with Internalized Calibration (METRIC) – Model. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, [s. l.], v. 133, n. 4, p. 380-394, ago. 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ignacio-Lorite/publication/228673055_Satellite-Based_Energy_Balance_for_Mapping_Evapotranspiration_With_Internalized_Calibration_METRIC_-_Applications/links/0912f5113aee40d3d3000000/Satellite-Based-Energy-Balance-for-Mapping-Evapotranspiration-With-Internalized-Calibration-METRIC-Applications.pdf. Acesso em: 18 jun. 2019.

ARAUJO, Ricardo Souza *et al.* Espaço urbano e impacto ambiental: reflexões a partir da análise do processo de expansão das cidades de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha - CE. **Caderno Prudentino de Geografia**, [s. l.], v. 1, p. 104-126, 2021. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/6948>. Acesso em: 15 ago. 2022.

BASTIAANSSEN, Wim G. M. *et al.* A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL). 1. Formulation. **Journal of Hydrology**, [s. l.], v. 212-213, p. 198-212, dez. 1998. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022169498002534>. Acesso em: 21 maio 2018.

BASTIAANSSEN, Wim G. M. *et al.* SEBAL Model with Remotely Sensed Data to Improve Water-Resources Management under Actual Field Conditions. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, [s. l.], v. 131, n. 1, p. 85-93, fev. 2005. Disponível em: [https://eleaf.com/wp-content/uploads/2022/05/SEBAISEBALMModelwithRemotelySensedDatatoImproveWater-ResourcesManagementunderActualFieldConditions-2005.pdf](https://eleaf.com/wp-content/uploads/2022/05/SEBAISEBALModelwithRemotelySensedDatatoImproveWater-ResourcesManagementunderActualFieldConditions-2005.pdf). Acesso em: 21 maio 2018.



BRITO, Denise da Silva; GRANGEIRO, Claudia Maria Magalhães. Análise ambiental da microbacia hidrográfica do rio Salamanca, Barbalha, Ceará. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 6, n. 3, p. 72 - 83, jul. 2015. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/5528/552856412008.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2020.

COELHO, Victor Hugo Rabelo *et al.* Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, p. 64-72, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/7hTsMfpbbPzGYzMTWwP6spw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 jul. 2022.

ESTADÃO. **ONU**: População mundial é de 7,2 bilhões de pessoas - Internacional - Estadão. Disponível em: <http://internacional.estadao.com.br/noticias/geral,onu-populacaomundial-e-de-7-2-bilhoes-de-pessoas,1042156>. Acesso em: 13 maio 2017.

GREY, David; SADOFF, Claudia W. Sink or Swim? Water security for growth and development. **Water Policy**, [s. l.], v. 9, n. 6, p. 545, set. 2007. Disponível em: <https://iwaponline.com/wp/article-abstract/9/6/545/31241/Sink-or-Swim-Water-security-forgrowth-and>. Acesso em: 20 jul. 2019.

LIMA, Mirelle Taina Vieira *et al.* Koppen-Geiger and Thornthwaite climatic classification for the metropolitan region of the Cariri, Ceará. **Revista Geama**, Recife, v. 3, n. 3, p. 136-143, jul. 2017. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/1500/1319>. Acesso em: 10 jul. 2019.

PAZ, Vital Pedro da Silva; TEODORO, Reges Eduardo Franco; MENDONÇA, Fernanda Campos. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 465–473, dez. 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/FWpZyjgywVwnxN8v4rbq9c/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 jul. 2019.

SCHMIDT, Wulf *et al.* Distribuição espacial de pivôs centrais no Brasil: I – região sudeste. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 2-3, p. 330–333, dez. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/BYZrpVRPcDvY9F4Njyw5f5h/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 jul. 2019.

IDENTIFICANDO *STRESS* EM TEXTOS DE REDES SOCIAIS EM PORTUGUÊS E INGLÊS UTILIZANDO APRENDIZADO DE MÁQUINA

Roberto Hugo Wanderley Pinheiro¹

Cícero Samuel Santos Morais²

RESUMO

O Brasil vem se tornando um país extremamente ansioso. Além disso, no mundo todo as pessoas têm usado as redes sociais para falar o que pensam e como se sentem. Neste trabalho, procuramos explorar o uso de técnicas de Aprendizado de Máquina para detectar automaticamente sinais de *stress* em textos de redes sociais, tanto na língua inglesa quanto na língua portuguesa. Para isso, utilizamos um conjunto de dados com textos do Reddit e traduzimos automaticamente para o português. Nossos resultados ficaram acima da linha de base esperada, porém não atingiram resultados muito satisfatórios em nenhuma das métricas quando comparados com outros modelos do inglês, mostrando que ainda é preciso explorar outros modelos de Aprendizado de Máquina e produzir conjuntos de dados melhores e mais especializados para a nossa língua.

Palavras-chave: processamento de linguagem natural; aprendizado de máquina; *stress*; saúde mental.

ABSTRACT

Brazil is becoming a very anxious country with serious deficits in the mental health area. In addition, people all over the world have used social media to talk about what they think and how they feel. In this work, we seek to explore the use of Machine Learning techniques to automatically detect *stress* signals in social network texts, both in English and Portuguese. For this, we use a dataset with texts from Reddit and automatically translate them into Portuguese. Our results

¹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), roberto.hugo@ufca.edu.br

² Bolsista PIBIC no Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica da Universidade Federal do Cariri (UFCA), samuel.santos@aluno.ufca.edu.br



were above the expected baseline, but did not achieve very satisfactory results in any of the metrics when compared to other English models, showing that it is still necessary to explore other Machine Learning models and produce better and more specialized data sets for our language.

Keywords: natural language processing; machine learning; *stress*; mental health.

1 INTRODUÇÃO

O Processamento de Linguagem Natural (NLP, do inglês *Natural Language Processing*) é um campo crescente dentro do Aprendizado de Máquina que propõe o uso de técnicas da área para entender as dinâmicas da linguagem humana, passando por diversas de suas esferas como verbalização e escrita, por exemplo. Algumas das aplicações do NLP incluem a detecção de *fake news*; a análise de sentimentos em um discurso; e a predição de doenças baseado na fala e escrita dos pacientes (YZE, 2019).

Explorando o uso de NLP na área da saúde, já existem serviços que se propõem a ajudar pacientes com problemas de saúde mental utilizando Aprendizado de Máquina. Alguns aplicativos estrangeiros que exemplificam esse tipo de uso são o *quirk*³ e o premiado *WoeBot*⁴. Porém, são poucas as aplicações que utilizam NLP dentro do português. Afinal, os países dominantes no desenvolvimento da área de Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina têm sido países norte-americanos, europeus e asiáticos que não falam português (CHUVPILO, 2019) e o NLP depende diretamente da língua (ROBERTO; CAVALCANTI, 2019).

Tendo em vista que o histórico de doenças mentais e suicídio vem crescendo cada vez mais; o Brasil está se tornando o país mais ansioso do mundo (VEJA, 2019); apenas 1% da população brasileira possui algum grau de fluência em inglês (TERRA, 2018); mais de 3/4 dos jovens brasileiros em regiões metropolitanas não falam nenhum outro idioma além do português (FOLHA DE SÃO PAULO, 2015); e, além disso, no mundo inteiro o acesso a tratamentos relacionados à saúde mental são limitados devido a diversos fatores que vão desde a falta de profissionais até o estigma associado às doenças (HEATH,

³ <https://www.quirk.fyi/>.

⁴ <https://woe-bot.io/>.

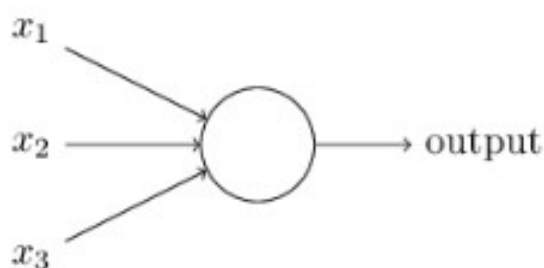
2019), este trabalho visa investigar o uso de modelos de Aprendizado de Máquina baseados em Processamento de Linguagem Natural, focando em uma aplicação de detecção de *stress* em textos escritos, tanto em inglês quanto no português.

Este artigo está dividido da seguinte forma: no restante da Introdução, serão apresentados alguns conceitos básicos do Aprendizado de Máquina e NLP; na Seção 2, o método proposto é descrito; na Seção 3, é mostrado como foram feitos os experimentos, qual *dataset* nós usamos, como foram configurados os modelos e nesta Seção também são expostos os resultados; por fim, concluímos este trabalho na Seção 4.

1.1 Conceitos básicos: *multilayer perceptron*

Um *Perceptron* (Figura 1) é um modelo matemático de neurônio artificial que tenta imitar a ponderação de informações presente no processo humano de tomada de decisões, atribuindo valores binários (1 para “sim”, 0 para “não”) e pesos aos fatores que se deseja ponderar. Como ilustrado por (NIELSEN, 2015), podemos tomar a decisão “ir ao festival” ($y = 1$) ou “não ir ao festival” ($y = 0$), de acordo com valores e pesos atribuídos às seguintes variáveis: x_1 = “O clima está bom?”; x_2 = “Seu namorado ou namorada quer sair com você?”; e x_3 = “O transporte público passa perto do local do festival?”.

Figura 1 – Ilustração de um Neurônio Artificial

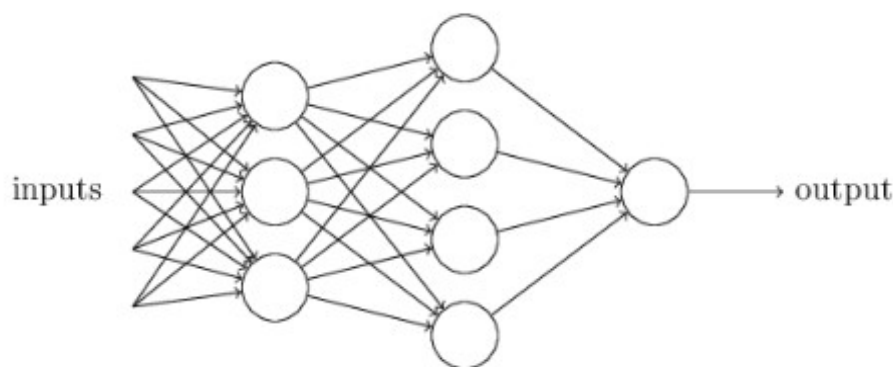


Fonte: Nielsen (2015).

Porém, este modelo é demasiadamente simples (NIELSEN, 2015). Além disso, seu funcionamento é limitado, uma vez que o *Perceptron* só aceita entradas e soluções binárias. Diversos novos modelos surgiram em seguida, tentando aumentar as capacidades do *Perceptron*. A utilização de valores contínuos nas

variáveis, a aplicação de funções ativadoras nas saídas e a conexão de neurônios artificiais em camadas criaram a primeira arquitetura de Rede Neural Artificial: o *Multilayer Perceptron* (MLP).

Figura 2 – Ilustração de uma Rede Neural Artificial



Fonte: Nielsen (2015).

As Redes Neurais Artificiais (Figura 2) funcionam em duas partes: *Forward Propagation* e *Backward Propagation*. A primeira se refere a calcular os resultados de cada camada e passá-los para as próximas camadas até a saída (ZHANG *et al.*, 2021), obtendo o resultado. A segunda se refere ao treinamento da Rede Neural Artificial, processo em que se ajustam os pesos de cada neurônio de modo a otimizar o resultado.

Na etapa de *Forward Propagation*, as saídas de cada neurônio de uma camada são as entradas de cada neurônio da camada seguinte. Os resultados vão sendo propagados de camada em camada, até a camada final, onde obtemos os resultados. Estes resultados vão depender, é claro, dos valores de entrada, mas são principalmente os pesos atribuídos a cada uma delas em cada neurônio que determinam a saída. Por isso, os pesos, que geralmente iniciam com valores aleatórios, precisam ser regulados para atingir o melhor resultado. O processo de regular os pesos em uma Rede Neural Artificial é chamado de *Backward Propagation*, mas frequentemente o termo “treinar” é utilizado. O algoritmo de *Backward Propagation* vem da ideia de que “errar é necessário para aprender” e consiste em computar uma função de erro L entre a saída obtida e a saída desejada para então calcular o gradiente desta função com relação aos pesos

de cada neurônio, atualizando os pesos na direção negativa do gradiente. Assim, pouco a pouco, os pesos são ajustados para diminuir o erro e se aproximar dos resultados esperados.

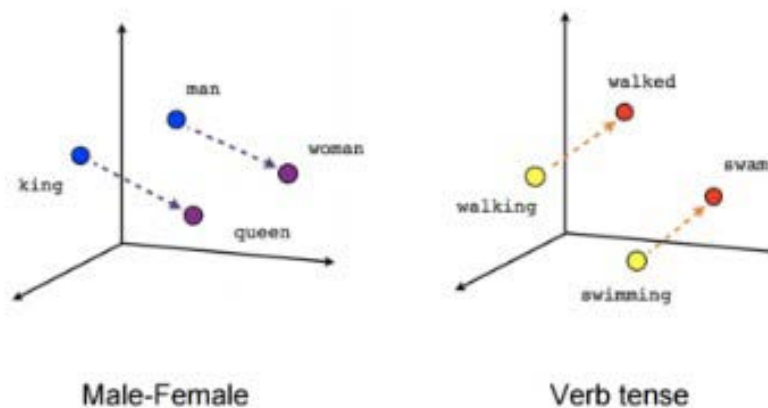
1.2 Conceitos básicos: *embeddings*

Muitas vezes, é necessário lidar com variáveis não-numéricas, o problema é que computadores precisam de valores numéricos. Por exemplo, pode acontecer de recebermos uma lista de variáveis categóricas como a lista {água, café, soda, leite}. Neste caso, uma alternativa é atribuir um índice numérico para cada variável e mapear este índice em um vetor unitário: (1,0,0,0) para água, (0,1,0,0) para café, (0,0,1,0) para soda, (0,0,0,1) para leite. Esta abordagem é chamada *One-Hot Encoding*.

Porém, apesar da facilidade para se representar objetos através de vetores *One-Hot*, eles falham em representar similaridade entre os objetos. Isto porque os vetores são perpendiculares e, portanto, possuem similaridade por cosseno igual a 0. Desta forma, não é possível representar relações que os objetos possam possuir entre si (ZHANG *et al.*, 2021). Além disso, na abordagem do *One-Hot Encoding*, quanto maior o conjunto de dados, maior precisam ser os vetores para cada objeto, tornando-se uma abordagem menos eficiente em termos de memória e velocidade de processamento conforme os dados crescem.

A ideia das *Embeddings* é mapear todos os objetos para uma posição em um espaço de n dimensões fixas, de forma que cada um dos itens seja representado por um vetor real n -dimensional (STEVENS; ANTIGA; VIEHMANN, 2020), tal qual mostrado na Figura 3. O *word2vec* é uma técnica de *Embeddings* utilizada para mapear palavras no espaço de forma que palavras que aparecem em contextos parecidos vão obter vetores mais próximos. Sendo assim possível capturar a proximidade de palavras e contextos através da similaridade por cosseno entre duas palavras, além de permitir identificar relações entre palavras e até analogias através de operações simples entre vetores.

Figura 3 – Ilustração do mapeamento de palavras em um espaço tridimensional e relações de gênero e tempo verbal capturadas pelas *Embeddings*



Fonte: Nielsen (2015).

1.3 Conceitos básicos: camadas convolucionais

Na Seção 1.1 mostramos as entradas dos neurônios artificiais como sendo uma sequência de valores x_i e, na Seção 1.2 mostramos que é possível representar palavras através de vetores. Porém, nem sempre vamos ter vetores como entrada em uma Rede Neural Artificial. Em aplicações de Visão Computacional, por exemplo, muitas vezes a entrada são imagens que possuem 3 dimensões: largura, altura e canais de cores. Em casos como este, a entrada possui uma estrutura espacial de forma que a ordem em que os dados aparecem no espaço impactam no resultado final do processamento: a posição em que os *pixels* estão localizados é crucial para o entendimento de uma imagem (STEVENS; ANTIGA; VIEHMANN, 2020). Em uma frase, a ordem em que as palavras aparecem influencia no seu significado e coerência. Portanto, é interessante possuir um artifício para lidar com objetos desta natureza, e as operações de convoluções em Redes Neurais Artificiais ajudam com esse problema.

As entradas das convoluções são matrizes ou tensores representando um objeto com estrutura espacial. Uma imagem, por exemplo, é uma matriz de *pixels* ou um tensor com os *pixels* e os valores de cada canal de cor; uma frase pode ser representada por uma matriz de *Embeddings*.

Pode-se pensar nas convoluções em Redes Neurais Artificiais como um filtro (também chamado de *kernel*) que percorre a estrutura espacial da entrada realizando uma operação de correlação-cruzada (ZHANG *et al.*, 2021). Os filtros são matrizes de valores reais que funcionam como uma janela que desliza sobre a entrada. A janela inicia no canto superior esquerdo da entrada e desliza sobre ela da esquerda para a direita, de cima para baixo. A cada passo, os valores da matriz do filtro e os valores correspondentes na entrada são multiplicados elemento a elemento e então somados, realizando uma operação de correlação-cruzada. Os resultados formam uma nova matriz, tensor ou vetor, composto pelos resultados dessas operações (Figura 4).

Figura 4 – Ilustração do mapeamento de palavras em um espaço tridimensional e relações de gênero e tempo verbal capturadas pelas *Embeddings*

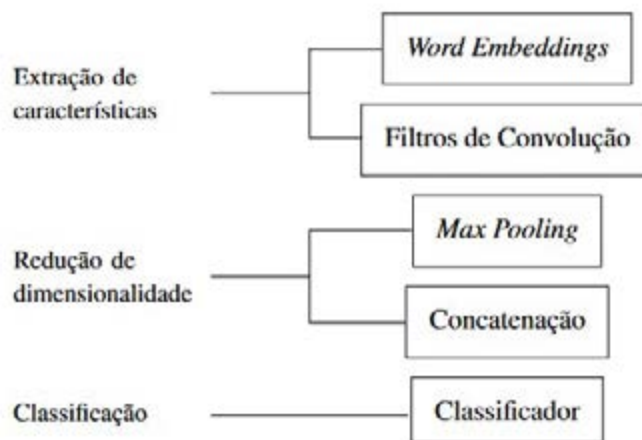
Input	Kernel	Output													
<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td>6</td><td>7</td><td>8</td></tr> </table>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	*	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td></tr> </table>	0	1	2	3
0	1	2													
3	4	5													
6	7	8													
0	1														
2	3														
		=													
		<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>19</td><td>25</td></tr> <tr><td>37</td><td>43</td></tr> </table>	19	25	37	43									
19	25														
37	43														

Fonte: Zhang *et al.* (2021).

2 MÉTODO PROPOSTO

O método proposto neste trabalho é um sistema de classificação de textos. Portanto, iniciamos todo o sistema com documentos que podem ser, por exemplo, um *tweet*, uma frase, um parágrafo ou até mesmo o corpo de uma notícia ou resenha por inteiro. Estes documentos são convertidos em vetores de características pelo sistema utilizando *Embeddings*. Em seguida, visando otimizar os vetores de características, é realizada a extração das características mais relevantes e, a partir disso, cada um desses documentos é classificado. A Figura 5 mostra a arquitetura do método proposto, sendo esta dividida nas seguintes partes: i) extração de características; ii) redução de dimensionalidade; e iii) classificação (KOWSARI *et al.*, 2019).

Figura 5 – Arquitetura do Modelo Proposto



Fonte: autoria própria.

Na extração de características, os textos de entrada são transformados em uma sequência de vetores reais de tamanho fixo através de técnicas de *Word Embeddings* (MIKOLOV *et al.*, 2013). Nestas sequências de vetores dos textos, uma série de diferentes operações de convolução são aplicadas por uma Rede Neural Convolutiva (*CNN*) com o objetivo de obter características mais específicas do texto. Em seguida, as características mais relevantes obtidas pelas convoluções são selecionadas através de uma operação de *Max Pooling*. Na etapa de classificação, as características selecionadas na fase anterior são passadas para um modelo de classificação como, por exemplo, um *Multilayer Perceptron (MLP)*, configurado de acordo com a tarefa desejada. O método proposto é baseado na arquitetura proposta por (KIM, 2014), que é composta por uma *CNN* seguida de um *MLP* para a classificação. Adicionalmente, outros classificadores (*SVM* e *Random Forest*) também foram implementados e usados em conjunto com a *CNN* no lugar do *MLP* para propósitos de comparação.

2.1 Rede neural convolutiva (CNN)

A *CNN* recebe como entrada uma lista D com palavras w_i em ordem de aparição representando um documento. Ou seja, considerando a frase "o rato roeu a roupa do rei de Roma", a entrada da *CNN* seria a lista $D = ["o", "rato", "roeu", "a", "roupa", "do", "rei", "de", "Roma"]$, onde "o" é w_0 , "rato" é w_1 , "roeu" é w_2 e assim por diante.

Utilizando o modelo *word2vec* (MIKOLOV *et al.*, 2013) de *Word Embeddings* obtemos os vetores vi de cada uma das palavras wi em D . É gerada uma matriz $AM \times N$, onde M é a quantidade de palavras no documento e N é a quantidade de dimensões escolhida para o *word2vec*, de tal forma que Ai, j é o elemento j do vetor vi . Ou seja, cada linha da matriz contém o vetor da palavra correspondente na ordem da lista (Figura 6).

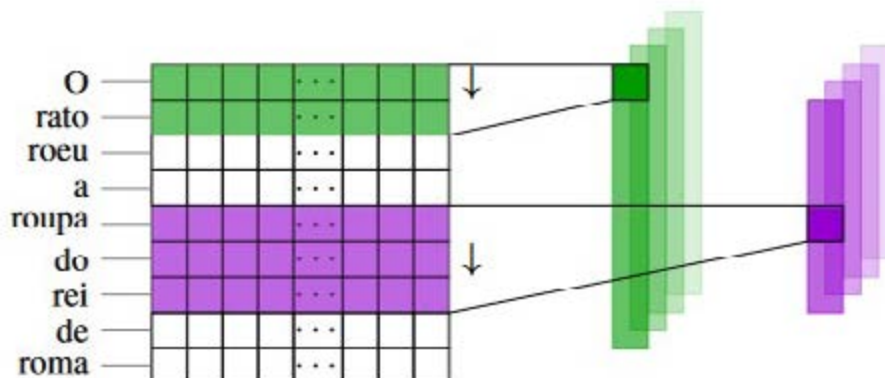
Figura 6 – Transformação de uma lista de palavras em uma matriz de *Word Embeddings*

	0	1	2	3	...	$N - 2$	$N - 1$	N	
w_0 : O	-0.09	-0.1	-0.11	0.06	...	-0.14	0.14	0.18	0
w_1 : rato	-0.14	-0.17	0.18	-0.51	...	0.02	0.01	-0.06	1
w_2 : rocu	-0.22	-0.03	0.16	-0.33	...	-0.21	0.09	0.03	2
w_3 : a	-0.08	-0.05	-0.13	-0.12	...	0.11	0.06	0.05	3
w_4 : roupa	-0.07	-0.02	0.09	-0.37	...	0.32	-0.01	-0.14	4
w_5 : do	0	-0.14	-0.18	-0.09	...	-0.22	0.05	0.14	5
w_6 : rei	0.18	0.39	-0.01	-0.2	...	-0.57	0.28	-0.27	6
w_7 : de	-0.12	0.04	-0.37	-0.12	...	-0.07	-0.04	-0.04	7
w_8 : roma	0.06	0.26	-0.26	0.02	...	-0.33	0.09	-0.14	8

Fonte: autoria própria.

Após obtida a matriz A , os filtros de convolução da CNN são aplicados. No trabalho de Kim (2014), são utilizados 3 filtros que realizam uma convolução na matriz A . Porém, nós seguimos o método usado em (TURCAN; MCKEOWN, 2019), utilizando 2 filtros de alturas 2 e 3 (Figura 7). O objetivo destas convoluções é obter características que relacionam os grupos de palavras através da operação de correlação cruzada que é aplicada, o que permite a obtenção de características melhores e mais específicas para treinar os classificadores.

Figura 7 – Ilustração das convoluções unidimensionais com filtros de altura 2 e 3



Fonte: autoria própria.

Por fim, uma função não-linear é aplicada sobre os resultados de cada um dos filtros (KIM, 2014). Aplicamos também uma operação de *Max Pooling* em cada um dos vetores gerados pelos filtros, criando um novo vetor com os valores mais significantes de cada um deles. Este novo vetor é usado como entrada dos classificadores.

No trabalho de Kim (2014), a CNN descrita na Seção 2.1 é acoplada com uma MLP configurada de acordo com a tarefa desejada para realizar a classificação. Os filtros da CNN e da MLP são, então, treinados juntamente. Além de utilizar a CNN junto com o MLP, nós propomos também utilizar a CNN com dois outros classificadores: SVM e *Random Forest*.

Isto é feito da seguinte forma: a Rede Neural Convolutiva é treinada com a MLP, otimizando os filtros das convoluções através da *Backward Propagation*. Em seguida, o MLP é removido e os outros classificadores são treinados recebendo como entrada as saídas da CNN.

3 EXPERIMENTOS

Neste trabalho utilizamos o *dataset Dreddit* com o objetivo de identificação de *stress* em textos de redes sociais. *Dreddit* é composto por 190 mil postagens de diferentes tipos de comunidades da rede social *Reddit*. Cada postagem é rotulada em *stress* e *not-stress* e também possui uma informação sobre o domínio a qual a postagem pertence, como por exemplo *abuso*, *stress*

financeiro, etc. (TURCAN; MCKEOWN, 2019).

No *Reddit*, os usuários podem escrever postagens em diferentes comunidades. Cada comunidade é dedicada a temas específicos. As postagens no *dataset* foram retiradas de comunidades dedicadas a discussão de problemas relacionados a saúde mental dos usuários e *stress*, como: *r/anxiety* (ansiedade), *r/stress*, *r/ptsd* (*stress* pós-traumático) e *r/relationships* (relacionamentos).

Tanto a CNN quanto a MLP foram implementados utilizando a biblioteca PyTorch para Python. Com relação aos *Word Embeddings*, foram utilizados modelos de *word2vec* (MIKOLOV *et al.*, 2013) pré-treinados tanto para o português quanto para o inglês. Ambos os modelos possuem 100 dimensões e foram pré-treinados a partir de documentos do Wikipedia nas respectivas linguagens. Para a tradução do *dataset* foi utilizada a biblioteca *Deep Translator* para Python. A CNN e o MLP foram treinados em conjunto utilizando o algoritmo *Adadelta* e a função de custo Entropia Cruzada, com 10 épocas de treinamento, *learning rate* de 1.0, *weight decay* de 10^{-4} e *epsilon* igual a 10^{-8} . Tanto o SVM quanto o *Random Forest* utilizados são as implementações padrão da biblioteca *Scikit Learn* para Python.

Uma parte da Tabela 1 foi retirada de Turcan e Mckeown (2019) e mostra o desempenho de diferentes modelos testados no *Dreaddit*. Acrescentamos os modelos propostos neste artigo e nossos resultados ao fim da tabela destacados em negrito.

Tabela 1 – Comparação de resultados do método proposto com outros modelos no dataset *Dreaddit*

Modelo	Precisão	Recall	F1-Score
Linha de base	0.5161	1.0000	0.6808
CNN + features	0.6023	0.8455	0.7035
CNN	0.5840	0.9322	0.7182
GRNN + atenção + features	0.6792	0.7859	0.7286
GRNN + atenção	0.7020	0.7724	0.7355
n-gram baseline	0.7249	0.7642	0.7441
n-grams + features	0.7474	0.7940	0.7700
LogReg + Word2Vec pré-treinado + features	0.7346	0.8103	0.7706
LogReg + BERT LM + features	0.7704	0.8184	0.7937
LogReg + Word2Vec + features	0.7433	0.8320	0.7980

BERT-base	0.7518	0.8699	0.8065
CNN + MLP [EN]	0.6760	0.6770	0.6750
CNN + SVM [EN]	0.6845	0.6820	0.6825
CNN + Random Forest [EN]	0.7035	0.7015	0.7005
CNN + MLP [PT]	0.6810	0.6785	0.6745
CNN + SVM [PT]	0.6885	0.6865	0.6870
CNN + Random Forest [PT]	0.7045	0.7030	0.7015

Fonte: autoria própria e (TURCAN; MCKEOWN, 2019).

4 CONCLUSÃO

Buscamos investigar o uso de técnicas bastante difundidas na área de Aprendizado de Máquina e Processamento de Linguagem Natural, como Redes Neurais Artificiais, Convoluções e *Embeddings* tanto para o inglês quanto para o português em uma tarefa de identificação de *stress*.

Mesmo conseguindo um resultado um pouco melhor do que o da linha de base, nosso método proposto não conseguiu alcançar, em performance, outros modelos testados no *dataset* escolhido. Apesar disso, conseguimos alcançar um valor relativamente bom em todas as métricas, combinando uma Rede Neural Convolucional e o método clássico *Random Forest*. Ainda conseguimos também obter resultados bem próximos tanto em inglês quanto em português com tradução automática.

Inclusive, o uso da tradução automática pode ter baixado a qualidade dos resultados quando aplicado ao português, uma vez que o ideal seria a utilização de um *dataset* originalmente em português para o treinamento, mas não foi possível encontrar *datasets* em português relacionados ao tema de saúde mental para a realização de tarefas de Processamento de Linguagem Natural. Na realidade, encontrar *datasets* adequados para este propósito na língua inglesa também foi um desafio.

Com relação ao método utilizado, foram encontradas dificuldades de reprodução da arquitetura de Kim (2014), o que pode ter diminuído a performance do método.

Dito isto, a identificação ou criação de um *dataset* em português de qualidade para o tema de saúde mental, o treinamento de *Embeddings* também

com textos mais específicos da área, e a investigação mais profunda de outras arquiteturas devem ser o foco dos trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

CHUVPILO, Gleb. **AI Research Rankings 2019**: Insights from NeurIPS and ICML, Leading AI Conferences. Medium, 2019. Disponível em: <https://chuvpilo.medium.com/ai-research-rankings-2019-insights-from-neurips-and-icml/leading-ai-conferences-ee6953152c1a>. Acesso em: 4 jun. 2021.

FOLHA DE SÃO PAULO. **A maioria dos jovens brasileiros não fala outro idioma além do português**. 2015. Disponível em: <http://classificados.folha.uol.com.br/empregos/2015/02/1584783-maioria-dos-jovens-bras-ileiros-nao-fala-outro-idioma-alem-do-portugues.shtml>. Acesso em: 20 fev. 2020.

HEATH, Sara. **Key Barriers Limiting Patient Access to Mental Healthcare**. Patient Engagement Hit, 7 ago. 2019. Disponível em: <https://patientengagementhit.com/news/key-barriers-limiting-patient-access-to-mental-he-althcare>. Acesso em: 4 jun. 2021.

KOWSARI, Kamran; MEIMANDI, Kiara Jafari; HEIDARYSAFA, Mojtaba; MENDU, Sanjana; BARNES, Laura E.; BROWN, Donald E. Text Classification Algorithms: A Survey. **Information**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, p. 150-118, abr. 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2078-2489/10/4/150>. Acesso em: 11 ago. 2022.

KIM, Yoon. Convolutional Neural Networks for Sentence Classification. *In*: PROCEEDINGS OF THE 2014 CONFERENCE ON EMPIRICAL METHODS IN NATURAL LANGUAGE PROCESSING (EMNLP), 2014, [s. l.]. **Anais [...]**. Doha, Qatar: Association for Computational Linguistics, 2014. p. 1746-1751.

MIKOLOV, Tomas; SUTSKEVER, Ilya; CHEN, Kai; CORRADO, Greg; DEAN, Jeffrey. Distributed Representations of Words and Phrases and Their Compositionality. *In*: PROCEEDINGS OF THE 26TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEURAL INFORMATION PROCESSING SYSTEMS, 2., 2013, [s. l.]. **Anais [...]**. New York, EUA: Curran Associates Inc., 2013. p. 3111-3119.

NIELSEN, Michael A. **Neural Networks and Deep Learning**. Determination Press, 2015. Disponível em: <http://neuralnetworksanddeeplearning.com/>. Acesso em: 11 ago. 2022.

PINHEIRO, R. H. W.; CAVALCANTI, G. D. C. Categorização de Documentos. *In*: CIDRIM, Luciana; LOPES, Waslon; MADEIRO, Francisco. **Tecnologias e ciências da linguagem**: vertentes e novas aplicações. São Paulo: Pá de Palavra, 2019. p. 33-48.

STEVENS, Eli; ANTIGA, Luca; VIEHMANN, Thomas. **Deep Learning with Pytorch**. [S. l.]: Manning Publications Co., 2020.



TERRA. **95% da população brasileira não fala inglês.** 28 ago. 2018. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/dino/95-da-populacao-brasileira-nao-fala-ingles,9f848f68ed451de99742216570b7ccf9gc7gj8du.html>. Acesso em: 4 jun. 2021.

TURCAN, Elsbeth; MCKEOWN, Kathy. {D}readdit: A {R}eddit Dataset for Stress Analysis in Social Media. *In: PROCEEDINGS OF THE TENTH INTERNATIONAL WORKSHOP ON HEALTH TEXT MINING AND INFORMATION ANALYSIS, 2019, [s. l.]. Anais [...].* Hong Kong, China. Association for Computational Linguistics, 2019. p. 97-107.

VEJA. **Os brasileiros são os mais ansiosos do mundo, classifica a OMS.** 7 jun. 2019. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/saude/os-brasileiros-sao-os-mais-ansiosos-do-mundo-segundo-aoms/>. Acesso em: 4 jun. 2021.

YZE, Diego Lopes. **Your Guide to Natural Language Processing (NLP).** Towards Data Science, 15 jan. 2019. Disponível em: <https://towardsdatascience.com/your-guide-to-natural-language-processing-nlp-48ea2511f6e1>. Acesso em: 11 ago. 2022.

ZHANG, Aston; LIPTON, Zachary C.; LI, Mu; SMOLA, Alexander J. **Dive into Deep Learning.** 2021. Disponível em: <https://d2l.ai/>. Acesso em: 11 ago. 2022.

REPRODUÇÃO DO CICLO DE ATIVIDADE SOLAR 23 A PARTIR DOS DADOS DO SOHO ATRAVÉS DO PYTHON

Dário Grangeiro¹

Tharcísyo Duarte²

RESUMO

Manchas solares são causadas por fortes campos magnéticos e por essa razão são regiões mais escuras na superfície do Sol. Estudos sobre as manchas solares comprovam a existência de um ciclo de atividade de aproximadamente 11 anos. Compreender as características magnéticas do sol tem sido de grande relevância para o desenvolvimento de modelos de estrutura e evolução solar/estelar para estrelas do tipo solar. Neste trabalho investigamos a atividade magnética do Sol por meio das suas manchas, disponíveis na base SOHO, para buscar reproduzir de forma automatizada, usando a linguagem de programação Python, a Lei das Zonas de Spörer. A partir do tratamento e análise de 5100 manchas, englobando o período de 01 de janeiro de 1998 a 31 de dezembro de 2010, conseguimos construir o diagrama de borboleta referente ao ciclo solar 23 com mesma forma e amplitude de trabalhos publicados anteriormente. Concluímos que o nosso algoritmo se mostrou eficaz no rastreamento das manchas solares e consequentemente na reprodução do ciclo investigado.

Palavras-chave: manchas solares; diagrama de borboleta; ciclo solar; Python.

ABSTRACT

Sunspots are caused by strong magnetic fields and therefore are darker regions on the surface of the Sun. Studies on sunspots prove the existence of an activity cycle of approximately 11 years. Understanding the magnetic characteristics of the sun has been of great relevance for the development of models of solar/

¹ Instituto de Formação de Educadores (IFE), Universidade Federal do Cariri (UFCA), E-mail: dario.grangeiro@aluno.ufca.edu.br

² Instituto de Formação de Educadores (IFE), Universidade Federal do Cariri (UFCA), Email: tharcisyo.duarte@ufca.edu.br



stellar structure and evolution for solar-type stars. In this work we investigate the magnetic activity of the Sun through its spots, available in the SOHO base, in order to reproduce in an automated way, using the Python programming language, the Law of Spörer's Zones. From the treatment and analysis of 5100 spots, covering the period from January 1, 1998 to December 31, 2010, we were able to build the butterfly diagram referring to solar cycle 23 with the same shape and amplitude as previously published works. We conclude that our algorithm proved to be effective in tracking sunspots and consequently in reproducing the investigated cycle.

Keywords: sunspots; butterfly diagram; solar cycle; Python.

1 INTRODUÇÃO

As manchas solares são regiões irregulares que aparecem mais escuras e se destacam na superfície do sol, tendem a aparecer em grupos e estão associadas a fortes campos magnéticos. Heinrich Schwabe, em 1844, relatou que suas observações indicavam a existência de um ciclo de atividade com um período de aproximadamente 10 anos e Johann Rudolf Wolf reconheceu que era mais simples identificar grupos de manchas solares ao invés de reconhecer cada mancha individualmente, resultando assim em seu “número relativo de manchas solares” ou número de Wolf, o qual era possível adicionar registros de outros observadores por meio de um fator de correção (DRIEL-GESZTELYI; OWENS, 2020; HATHAWAY, 2015)

Um fenômeno associado ao ciclo das manchas solares está relacionado com a sua propagação latitudinal, estas aparecem em cada hemisfério solar, no início de cada ciclo, em latitudes da ordem de 20° a 50° em média, a medida que o ciclo avança, a latitude de novas manchas emergentes desloca-se lentamente para o equador solar, esse fenômeno foi referido por Maunder em 1903 como “Lei das Zonas de Spörer” e é ilustrado por seu “Diagrama de Borboleta” (HATHAWAY, 2015; WATSON; FLETCHER; MARSHALL, 2011; DRIELGESZTELYI; OWENS, 2020).

A história e as propriedades do ciclo solar foram primeiramente discutidas em termos das manchas solares, antes de serem discutidas observações de parâmetros mais indiretos. Desde a descoberta de campos magnéticos em manchas solares em 1908 por Hale (HATHAWAY, 2015), estas têm sido objeto de grande interesse na compreensão das características magnéticas do Sol. O

mesmo comportamento cíclico da atividade das manchas solares está presente em quase todas as manifestações observáveis da atividade magnética do sol, tais como área de manchas solares, regiões efêmeras, flares e ejeções de massa coronal, sendo seu estudo de grande relevância para o desenvolvimento de modelos de estrutura e evolução solar/estelar para estrelas do tipo solar.

Neste trabalho, buscamos reproduzir a Lei das Zonas de Spörer por meio da criação de um diagrama de borboleta, para reproduzir o ciclo de atividade solar de número 23, compreendendo o período de 1 de janeiro de 1998 até 31 de dezembro de 2010 utilizando um algoritmo de rastreamento de manchas solares desenvolvido em linguagem de programação Python.

O trabalho está dividido da seguinte maneira, primeiramente discutiremos sobre a base e a análise dos dados utilizados, depois abordaremos a técnica de dilatação explanando nesse tópico sobre como obter a posição latitudinal das manchas utilizando morfologia matemática, após apresentamos os resultados e discussões e por fim as respectivas considerações finais.

2 BASE E ANÁLISE DE DADOS

O método utilizado consiste no desenvolvimento de um algoritmo para rastreamento automático de manchas solares, baseada em morfologia matemática e escrito em linguagem Python. Os dados usados neste trabalho correspondem a imagens públicas do disco solar obtidas do instrumento MDI (Michelson Doppler Imager) a bordo do SOHO (Solar Heliospheric Observatory). Neste estudo foram utilizadas imagens abrangendo o período de 1 de janeiro de 1998 até 31 de dezembro de 2010, compreendendo um intervalo de 12 anos e foram obtidas diretamente do site do projeto Helioviewer³.

2.1 Morfologia matemática: dilatação

Para obtermos uma amostra homogênea das manchas, empregamos uma técnica matemática denominada de dilatação, tal técnica consiste no processamento de imagem com foco na forma dos elementos presentes na

³ <https://helioviewer.org>

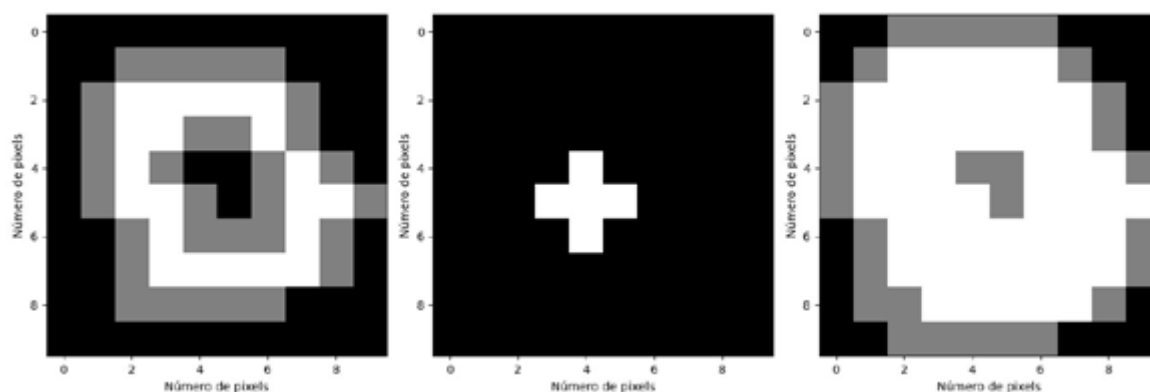


imagem, sendo fundamentado principalmente na teoria dos conjuntos. Para maiores aprofundamentos sobre tal teoria ler Serra (1982) e Matheron (1975), teóricos responsáveis pelo desenvolvimento inicial dessa técnica.

Esta ferramenta no âmbito do processamento de imagens digitais é amplamente utilizada, como por exemplo na análise de imagens de sensoriamento remoto, para reconhecimento de corpos d'água em imagens de satélites, para diferenciação de nuvens e sombras ou ainda para identificação de placas de veículos automotores (CANDEIAS, 1997; ANDRADE, 2017).

Em relação ao processo de dilatação, criamos um elemento estruturante, que também é uma matriz de pixels, conhecido como matriz planar (RESENDE *et al.*, 2013), esse elemento estruturante possui um ponto de intersecção que varre toda a matriz de pixels da imagem, se o ponto de inserção com elemento estruturante tiver valores positivos, então grava-se o elemento estruturante na imagem com os valores que possui o pixel de intersecção na imagem original, esse processo faz com que a imagem aumente a sua luminosidade, diminuindo detalhes escuros ou preenchendo-os, dependendo da forma e do tamanho do elemento estruturante. A Figura 1 mostra a aplicação do processo de dilatação em uma imagem exemplo.

Figura 1 – Processo de dilatação em suas etapas: imagem original (esquerda), elemento estruturante planar em forma de cruz (centro) e imagem dilatada (direita)



Fonte: autoria própria.

2.2 Obtendo a latitude das manchas

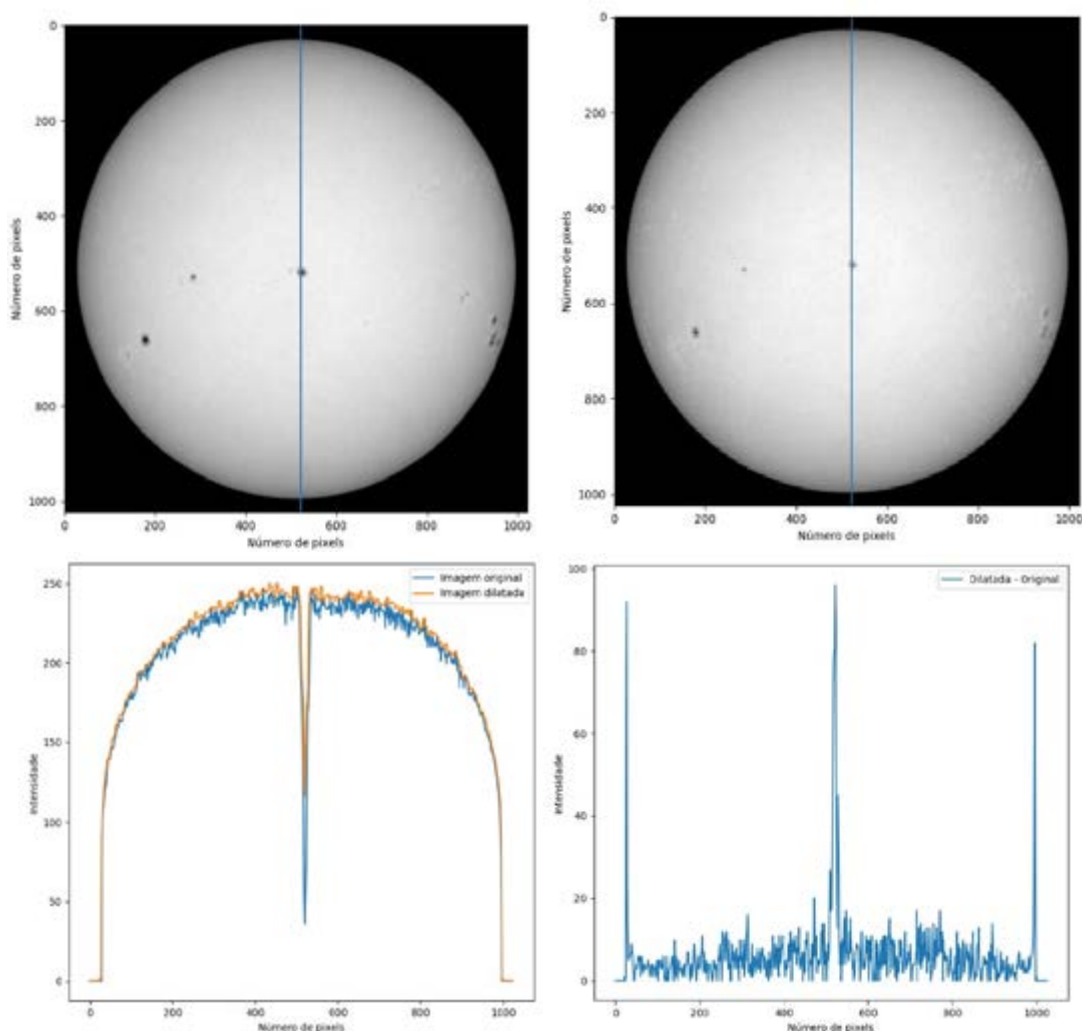
Para a obtenção das latitudes, consideramos inicialmente uma linha passando verticalmente por uma mancha, podemos plotar um gráfico da intensidade de cada pixel para essa linha em função de sua posição no eixo y , isso nos permite observar a evolução da intensidade dos pixels ao longo do disco, sendo perceptível um declínio no gráfico na posição da mancha, região onde a intensidade dos pixels é menor, algumas vezes tendendo a zero.

Para a imagem dilatada temos pixels mais brilhantes, sendo assim obtemos um gráfico com uma leve diferença de valores de intensidade de pixel. Ao subtrairmos os valores do gráfico da imagem original dos valores do gráfico da imagem dilatada, obtemos uma normalização do gráfico, com três proeminências, que correspondem a posição inicial do disco, a posição da mancha solar e a posição final do disco, respectivamente.

Sabendo o tamanho do disco solar bem como a posição da mancha em pixels, considerando que a parte visível do disco corresponde a uma distância angular de 180° , com a aplicação de uma matemática elementar, podemos calcular a distância da mancha em graus referente ao início da borda do disco, e com um fator de correção, obtemos a latitude da mancha. A Figura 2 mostra o processo para obtenção da posição da mancha solar 9945 no dia 13 de maio de 2002 que se encontra próximo ao centro do disco solar.



Figura 2 – Processo para obtenção da latitude de uma mancha solar. Imagem original (superior esquerdo), imagem dilatada (superior direito), gráfico dos valores das intensidades de pixel (inferior esquerdo) sendo o gráfico azul original e o laranja os valores da dilatada, e o gráfico resultante da subtração (inferior direito)



Fonte: autoria própria.

Para a análise de todas as manchas presentes no disco, consideramos apenas manchas próximas ao centro do sol, especificamente 100 pixels ao centro do disco, com o objetivo de diminuir os efeitos de borda sobre as manchas solares. De forma automática, o algoritmo analisa faixa por faixa dentro dessa região e verifica a presença de manchas em cada faixa, caso as proeminências no gráfico resultante da subtração sejam dois (que corresponde a nenhuma

mancha), ou mais de três (que correspondem a mais de uma mancha), o código ignora essa faixa e passa para a próxima. Nas faixas onde as proeminências são três, o algoritmo calcula a latitude da mancha e adiciona aos dados de saída a data da imagem e a latitude da mancha.

Após o rastreamento de todas as manchas em todas as imagens disponíveis, o código retornou uma lista com as datas analisadas e outra com as latitudes correspondentes, a partir desses dados, criamos uma tabela, cujas colunas indicavam as datas e as latitudes. A Tabela 1 mostra alguns dados computados no ano de 2010.

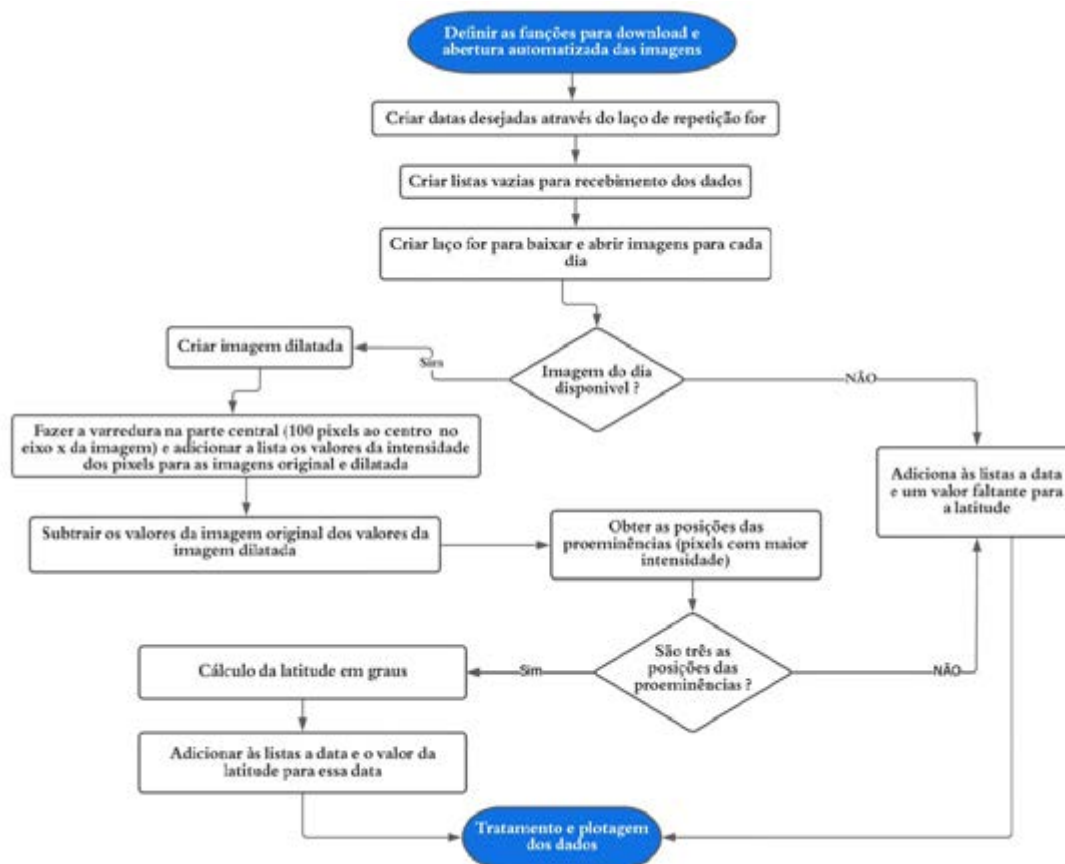
Após, foi feito um tratamento nos dados a fim de remover dados repetidos, excluindo todas as linhas da tabela que fossem iguais, considerando que se no mesmo dia tivéssemos a mesma latitude, significa que uma mesma mancha foi rastreada e computada mais de uma vez, fato que pode ocorrer haja vista que o programa faz o rastreamento faixa de pixel por faixa de pixel, e a mancha solar pode ocupar até aproximadamente 15 pixels dependendo do seu tamanho e das dimensões da imagem. Após o tratamento dos dados, plotamos as latitudes em função das datas e obtivemos como resultado o nosso Diagrama de Borboleta contemplando o ciclo 23. A Figura 3 mostra o fluxograma do processo para a obtenção da latitude das manchas.

Tabela 1 – Alguns dados coletados no ano de 2010

Data	Latitude
11/01/2010	-11°
12/01/2010	48°
12/01/2010	-11°
27/01/2010	-29°
03/02/2010	37°
08/02/2010	42°
18/02/2010	4°
18/02/2010	9°
19/02/2010	-20°
11/03/2010	-2°

Fonte: autoria própria.

Figura 3 – Fluxograma do processo de obtenção da latitude e plotagem do diagrama de borboletas

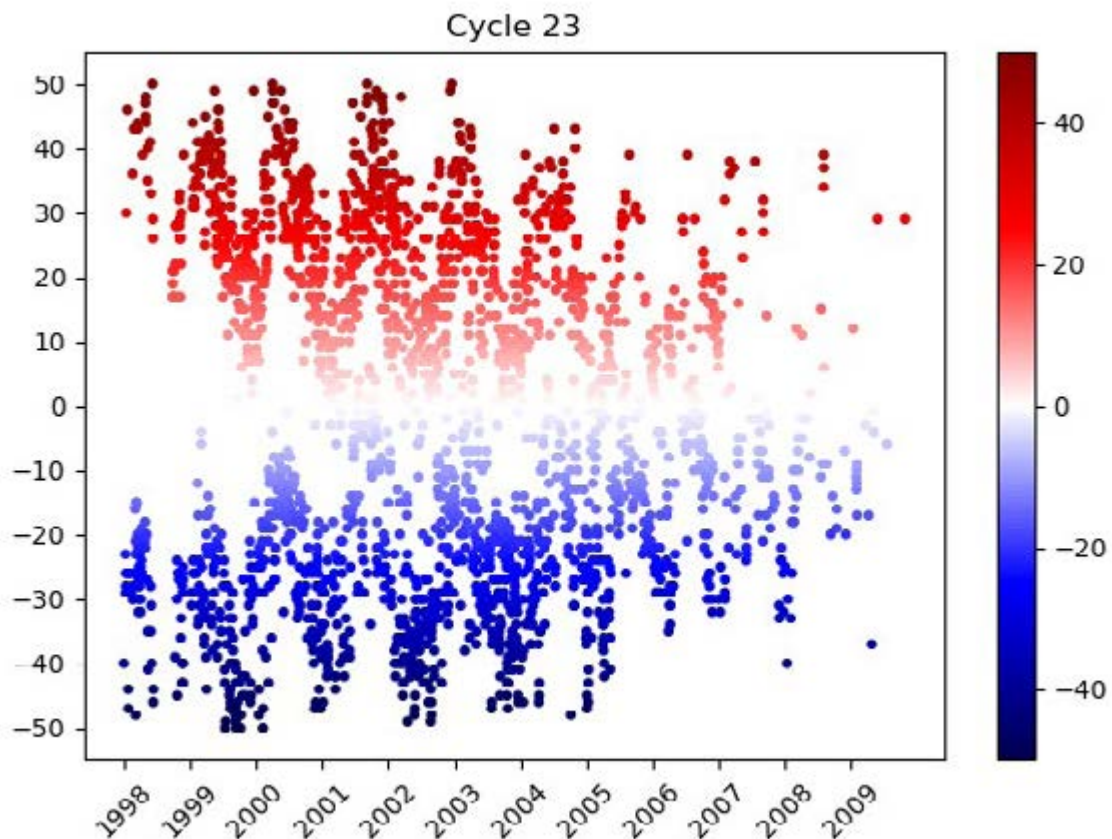


Fonte: autoria própria.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o rastreamento de 5100 manchas em todas as imagens disponíveis, processo que demorou aproximadamente 5 horas, obtivemos como resultado um diagrama de borboleta contemplando o ciclo 23. O ciclo obtido apresenta a mesma forma e amplitudes de trabalhos publicados na literatura com técnicas diferentes tais como o trabalho de Watson, Fletcher e Marshall (2011) e Mandal *et al.* (2017). Analisando a Figura 4, podemos ver as manchas emergindo em latitudes da ordem de 50° no início do ciclo e a medida que o ciclo avança, emergem em latitudes cada vez mais baixas, até se aproximarem do equador solar no final do ciclo, fenômeno conhecido como “Lei das Zonas de Spörer” discutido em Hathaway (2015).

Figura 4 – Diagrama de Borboleta, obtido por meio do algoritmo de rastreamento de mancha solar. A paleta de cores indica as latitudes das manchas, sendo as azuis latitudes no hemisfério sul e as vermelhas latitudes no hemisfério norte



Fonte: autoria própria.

Outro fato interessante é que a atividade solar apresenta assimetria em relação aos seus hemisférios, percebemos mais manchas solares preenchendo o disco solar no hemisfério sul, tal fato é citado como hemisférios ativos por Hathaway (2015), segundo ele, tal assimetria se estende para outras medidas de atividade solar, tais como fáculas, proeminências e brilho coronal.

Na fase ascendente do ciclo 23 percebemos o número de manchas crescendo até atingir seu primeiro pico em meados de 2001, relacionado às manchas no hemisfério norte, e um segundo pico entre 2003 e 2004 relacionado às manchas no hemisfério sul, após seu segundo pico, o número de manchas solares cai gradativamente até atingir o mínimo solar em meados de 2008, comportamento também visto nos estudos de Imada *et al.* (2020).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, apresentamos um método de rastreamento automático de manchas solares utilizando um algoritmo escrito em linguagem de programação Python e conseguimos reproduzir com êxito o Diagrama de Borboleta de Maunder. Conseguimos reproduzir os dados para o ciclo 23, apresentando tendências já analisados por estudos anteriores, tais como o de Hathaway (2015), Watson, Fletcher e Marshall (2011) e Imada *et al.* (2020) validando assim os dados obtidos pelo algoritmo desenvolvido.

Observamos que o método de rastreamento de manchas solares utilizando morfologia matemática se mostrou eficaz na detecção das manchas solares e que a ferramenta Python tem se mostrado um excelente auxiliar no que diz respeito a automação de processos que manualmente seriam inviáveis, analisando de forma automática dados de um longo período de tempo em um tempo relativamente razoável.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Federal do Cariri – Instituto de Formação de Educadores (IFE), instituição esta a qual faço parte como aluno e bolsista (UFCA) de iniciação científica.

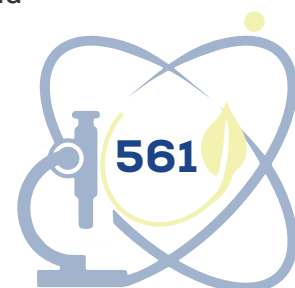
REFERÊNCIAS

AMARAL, L. D.; ANDRADE, A. de O. Uso da Morfologia Matemática Fuzzy no Processamento de Imagens para Reconhecimento de Placas de Veículos. **Revista de Computação**, [s. l.], v. 2, n. 1, set. 2017. ISSN 2446-7812. Disponível em: <http://siac.uesb.br/revistacomputacao/index.php/revistacomputacao/article/view/12>. Acesso em: 15 maio 2023.

CANDEIAS, A. L. B. **Aplicação da morfologia matemática e análise de imagens de sensoriamento remoto**. 1997. 188 p. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1997.

HATHAWAY, D. H. The solar cycle. **Living Reviews in Solar Physics**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 1–87, 2015.

IMADA, S. *et al.* Solar cycle-related variation in solar differential rotation and



meridional flow in solar cycle 24. **Earth, Planets and Space**, [s. l.], v. 72, n. 1, p. 1-8, 2020. Disponível em: <https://earth-planets-space.springeropen.com/articles/10.1186/s40623-020-01314-y>. Acesso em: 15 maio 2023.

MANDAL, S. *et al.* Kodaikanal digitized white-light data archive (1921-2011): Analysis of various solar cycle features. **Astronomy & Astrophysics**, [s. l.], v. 601, 2017. Disponível em: https://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2017/05/aa28651-16/aa28651-16.html. Acesso em: 15 maio 2023.

MATHERON, G. **Random sets and integral geometry**. New York: Wiley, 1975.

RESENDE, D. C. O. de *et al.* A influência do elemento estruturante no processo de detecção de nuvens em imagens de sensoriamento remoto. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais** [...], Paraná: INPE, 2013. p. 8011-8018.

SERRA, J. Image analysis and mathematical morphology. Academic Press, London, 1982. **Cytometry**, [s. l.], v. 4, p. 184-185. DOI: <https://doi.org/10.1002/cyto.990040213>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cyto.990040213>. Acesso em: 15 maio 2023.

VAN DRIEL-GESZTELYI, L.; OWENS, M. J. Solar cycle. **Oxford Research Encyclopedia Of Physics**, [s. l.], 2020. Disponível em: <https://oxfordre.com/physics/display/10.1093/acrefore/9780190871994.001.0001/acrefore-9780190871994-e-9;jsessionid=350FF01BA211E489C1643DE0BEB86EAC>. Acesso em: 15 maio 2023.

WATSON, F. T.; FLETCHER, L.; MARSHALL, S. Evolution of sunspot properties during solar cycle 23. **Astronomy & Astrophysics**, [s. l.], v. 533, 2011. Disponível em: https://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2011/09/aa16655-11/aa16655-11.html. Acesso em: 15 maio 2023.



ESCOLHA DA FORMULAÇÃO PARA SOLUÇÃO NUTRITIVA EM CULTIVO HIDROPÔNICO

Lívia Soares Bernardo¹

Leôncio Gonçalves Rodrigues²

Ana Célia Maia Meireles³

RESUMO

O cultivo sem solo é uma técnica em que as culturas se desenvolvem em meio a uma solução nutritiva. Existem diferentes formulações nutritivas propostas para uma grande variedade de culturas, cada uma com suas particularidades. Escolher uma formulação de solução nutritiva ou desenvolver uma para determinado cultivo hidropônico, é uma tarefa que requer conhecimento técnico sobre o sistema de cultivo, fisiologia vegetal e nutrientes essenciais. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa de revisão sistemática é levantar informações sobre as formulações e soluções nutritivas para cultivo hidropônico e responder à pergunta “Que formulação de solução nutritiva utilizar em cultivo hidropônico?”. Para tanto recorreu-se às bases de dados dos metabuscadores periódico da Capes e Google acadêmico empregando-se os termos de busca “*Nutritional solution*” e “*Hydroponic cultivation*” de modo que foram selecionados 170 trabalhos, sendo submetidos a critérios de inclusão e exclusão, restando assim 15 pesquisas utilizadas para realizar a discussão. A partir dos resultados concluiu-se que em cultivo hidropônico existe uma grande variedade de formulações para diferentes culturas, entretanto há preferências pelas formulações tradicionais como as desenvolvidas por Furlani (1995,1998 e 1999) e Hoagland e Arnon (1950).

Palavras-chave: produção; sais; nutrientes; cultivo sem solo.

¹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), livia.soares@aluno.ufca.edu.br

² Universidade Federal do Cariri (UFCA), leoncio.goncalves@aluno.ufca.edu.br

³ Universidade Federal do Cariri (UFCA), ana.meireles@ufca.edu.br

ABSTRACT

Soilless cultivation is a technique in which crops are grown in a nutrient solution. There are different nutritional formulations proposed for a wide variety of crops, each with its own particularities. Choosing a nutrient solution formulation or developing one for a particular hydroponic crop is a task that requires technical knowledge about the cropping system, plant physiology and essential nutrients. In this sense, the objective of this systematic review research is to gather information about nutrient formulations and solutions for hydroponic cultivation and answer the question “Which nutrient solution formulation to use in hydroponic cultivation?”. For this purpose, the databases of the Capes journal metasearch and academic Google were used, using the search terms “*Nutritional solution*” and “*Hydroponic cultivation*” so that 170 works were selected, being submitted to inclusion and exclusion criteria, leaving 15 surveys used to carry out the discussion. From the results it was concluded that in hydroponic cultivation there is a wide variety of formulations for different cultures, however there are preferences for traditional formulations such as those developed by Furlani (1995, 1998 and 1999) and Hoagland and Arnon (1950).

Keywords: production; salts; nutrientes; soilless cultivation.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo hidropônico ou cultivo sem solo, é uma técnica de cultivo onde as culturas desenvolvem todo ou parte de seu ciclo em meio a uma solução nutritiva enriquecida por sais essenciais (BEZERRA NETO *et al.*, 2017). Para ser bem-sucedido, a solução nutritiva exige uma grande quantidade de nutrientes diluídos, de modo que a absorção de nutrientes pelas raízes não produza mudanças radicais no pH e indisponibilidade de nutrientes (TAIZ *et al.*, 2017).

A formulação de uma solução nutritiva deve conter todos os nutrientes essenciais para o desenvolvimento da cultura que se é proposta. Existem diferentes formulações como as propostas por Hoagland and Arnon (1950), Sarruge (1975) e Furlani (1998), que são fórmulas usualmente utilizadas para cultivo de folhosas (BEZERRA NETO *et al.*, 2017; TAIZ *et al.*, 2017).

Diversas formulações são citadas na literatura e empregadas para cultivo hidropônico, para os mais variados tipos de espécies vegetais. Identificar qual a melhor formulação para se obter o máximo desempenho de cultivo, somente é possível com a compreensão das necessidades nutricionais das culturas e o conhecimento das principais formulações disponíveis.



As formulações prontas comumente citadas na literatura otimizam tempo e auxiliam no cultivo de diversas espécies vegetais como folhosas, frutíferas, tubérculos etc. Partindo desse pressuposto, o objetivo desta pesquisa foi realizar uma revisão sistemática sobre as soluções nutritivas empregadas em cultivo hidropônico, e deste modo identificar as suas similaridades e quais são comumente empregadas.

2 PROCEDIMENTO METODOLOGICO

Para responder objetivo desta pesquisa “Que formulação de solução nutritiva utilizar em cultivo hidropônico?”, foi realizado um estudo de revisão sistemática, com intervalo empregado do ano de 2015 a 2021, no metabuscador periódico da Capes e no metabuscador Google Acadêmico.

Para esta revisão o tipo de material selecionado foram artigos científicos. O termo de busca empregado foi “Nutritional solution” e “Hydroponic cultivation”, utilizando os operadores booleanos “AND” e “OR”, que retornam à intersecção e união dos termos respectivamente. Pereira e Galvão (2014) relatam que os operadores booleanos são utilizados para compor uma estratégia de busca, podendo ser combinados.

No metabuscador periódicos da Capes, para promover uma maior abrangência nos resultados, por não haver resultados retornados para intersecção “AND” utilizou-se o operador “OR” sob título dos trabalhos, este operador retorna trabalhos com pelo menos uma das palavras chaves. A busca foi realizada para todas as bases de acesso livre. Ao todo foram retornados 133 trabalhos, refinados por revisão por pares, restando 99 trabalhos ordenados por relevância.

No metabuscador Google Acadêmico, para promover uma menor abrangência dos resultados utilizou-se “AND” retornando assim trabalhos que possuem os dois termos de busca. Ao contrário do periódico da Capes, o Google Acadêmico retorna os trabalhos cujos os termos estão inseridos em qualquer parte do texto. Ao todo foram retornados 37 resultados ordenados por relevância.

Como critérios de inclusão e exclusão dos trabalhos, foram definidas etapas. Na primeira etapa (ET1) foi realizada a leitura dos títulos excluindo-se os trabalhos que fugiam do escopo e tema da pesquisa, sendo selecionados 50



trabalhos de 39 periódicos diferentes, dentre os 170 trabalhos retornados das duas bases. Os trabalhos selecionados na ET1, trazem um retrato da pesquisa, permitindo compreender a relevância do tema e a sua importância, portanto a avaliação bibliométrica foi realizada sobre este momento.

Na segunda Etapa (ET2) foi realizada a leitura dos resumos e o nivelamento por Qualis (admitindo-se apenas trabalhos com Qualis superior a B2). A ET2 resultou em 25 trabalhos. Na terceira Etapa (ET3) foi avaliada a qualidade metodológica e conclusão, que resultou em 15 trabalhos para esta revisão.

Como estratégia de extração das informações, buscou-se nos trabalhos selecionados da ET3 identificar a solução nutritiva (SN) e a cultura cultivada (CC). A revisão narrativa também foi empregada com objetivo de complementar a discussão oriunda da revisão sistemática e assim, enriquecer ainda mais esta pesquisa.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

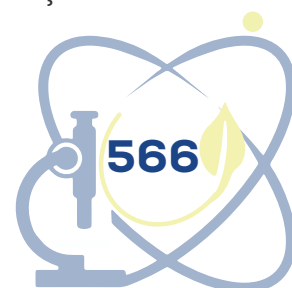
A revisão sistemática trata-se de método de pesquisa explícito, replicável para identificar e localizar uma informação, emprega uma sequência de etapas para selecionar e avaliar o que há de mais relevante, usa critérios de investigação claros e com rigor científico e metodológico (FARIA, 2019).

De acordo com Galvão e Ricardo (2020) a revisão sistemática é uma pesquisa científica composta por seus próprios objetivos, problemas de pesquisa, métodos, resultados e conclusão, não sendo apenas uma revisão de introdução de uma pesquisa maior como a revisão por conveniência.

Os critérios de busca predefinidos geram um grande número de resultados, que precisam ser avaliados para inclusão ou exclusão de determinado trabalho na revisão sistemática. Portanto dos trabalhos retornados apenas uma pequena proporção será utilizada na revisão (DONATO; DONATO, 2019).

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os trabalhos selecionados conforme os critérios estabelecidos, trazem uma grande quantidade de informação sobre o cultivo hidropônico e a solução



nutritiva empregada. Uma diversidade de formulações foi identificada nos trabalhos, sendo empregado nas mais diversas culturas. O Quadro 1 apresenta um resumo de informações sobre os trabalhos selecionados na ET3.

Quadro 1 – Resumo de informações obtidas nos trabalhos selecionados na ET3 por periódico para leitura completa

Periódico	Ano	Autor Principal	Cultura	Solução	Qualis
Acta Physiologiae Plantarum	2017	Surendran <i>et al.</i>	Hortelã	Hoagland and Arnon (1950)	A3
Agronomy	2020	Sobczak <i>et al.</i>	Pimenta Doce	NF	A2
Agronomy	2020	Tsouvaltzis <i>et al.</i>	Alface	NF	A2
Australian Journal of Crop Science	2018	Monteiro <i>et al.</i>	Alface Crespa	Furlani <i>et al.</i> (1995)	B1
Biomass & Bioenergy	2017	Zhang; Whang; Zhou.	Chlorella e Tomate	Modificada Hoagland and Arnon (1950)	A1
Bioscience Journal	2019	Dias <i>et al.</i>	Tomate Cereja	Furlani <i>et al.</i> (1999).	B2
Brazilian Journal Development	2020	Floss Júnior <i>et al.</i>	Alface	Furlani <i>et al.</i> (1999).	B2
E-JOURNAL - CIGR	2019	Sumarni <i>et al.</i>	Potato	Otazu (2010)	B1
Italian Journal of Food Science	2015	Asghari	Morango	KEREN <i>et al.</i> (1999)	B2
Journal of Applied Phycology	2019	Barone <i>et al.</i>	Tomate	Modificada Hoagland and Arnon (1950)	A2
Pesquisa Agropecuária Tropical	2017	Leite <i>et al.</i>	Camapu	Sarruge (1975)	B2
Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	2016	Silva <i>et al.</i>	Coentro	Furlani <i>et al.</i> (1999)	B2

Revista Caatinga	2017	Cardoso <i>et al.</i>	Pepino	Adams (1994)	B2
Scientia horticulturae	2020	Leal <i>et al.</i>	Espinafre	Furlani (1998).	A1
Scientific Reports	2020	Song <i>et al.</i>	Alface	NF	A2

Fonte: autoria própria. *NF - nova formulação criada pelo autor.

Conforme constata-se no Quadro 1, existe uma grande quantidade de culturas que podem ser cultivadas na hidroponia, destacando-se as culturas da alface e tomate. Diversas culturas podem ser cultivadas em hidroponia não havendo restrições quanto à possibilidade de cultivo.

Nesta revisão, ficou evidente a preferência dos pesquisadores pelas formulações propostas por Furlani e Hoagland e suas derivações. Demonstrando ter boa aceitação e um grande acervo de conteúdo sobre elas. As principais formulações encontradas nessas pesquisas são apresentadas na Tabela 1.



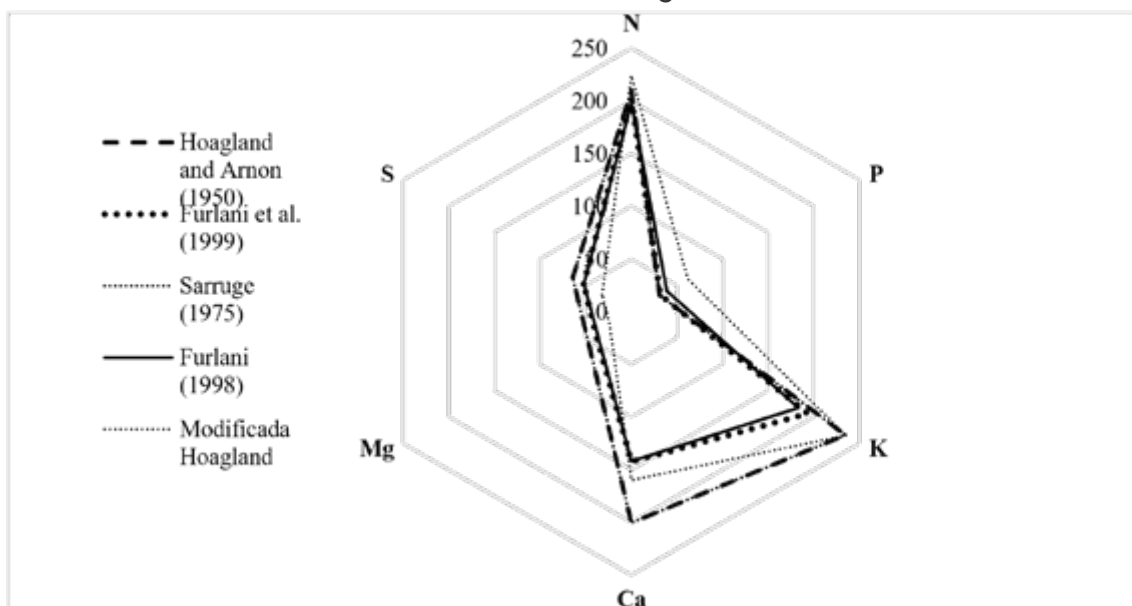
Tabela 1 – Principais formulações nutritivas utilizadas nas pesquisas desta revisão sistemática

Nutrientes	Elemento	Hoagland and Arnon (1950)	Hoagland*	Sarruge (1975)	Furlani (1998)	Furlani <i>et al.</i> (1999)	Média
		mg L ⁻¹					
Macro	N	210,10	224,00	210,10	198,00	202,00	208,84
	P	31,00	62,00	31,00	39,00	31,45	38,89
	K	234,60	235,00	234,60	183,00	193,40	216,12
	Ca	200,40	160,00	200,40	142,00	142,50	169,06
	Mg	48,60	24,00	48,60	38,00	39,40	39,72
	S	64,20	32,00	64,20	52,00	52,30	52,94
µg L ⁻¹							
Micro	B	500,00	270,00	500,00	300,00	262,00	366,40
	Cu	20,00	30,00	39,00	20,00	38,00	29,40
	Cl	648,00	1700,00	722,00	-	-	1023,33
	Fe	5022,00	3000,00	5000,00	2000,00	1800,00	3364,40
	Mn	502,00	110,00	502,00	400,00	369,00	376,60
	Mo	11,00	50,00	12,00	60,00	65,00	39,60
	Zn	50,00	130,00	98,00	60,00	114,00	90,40

Fonte: adaptado por autoria própria. *Solução modificada é uma solução que deriva da proposta original (TAIZ *et al.* 2017).

As formulações de soluções nutritivas mesmo quando proposta por diferentes pesquisadores são bem próximas, com pode-se observar melhor na Figura 3, que ilustra a distribuição dos macronutrientes primários em um gráfico de radar para as soluções propostas por Hoagland and Arnon (1950), Sarruge (1975), Furlani (1998) e Furlani *et al.* (1999) e modificada de Hoagland. Observa-se que a solução modificada de Hoagland é intermediária em relação a de Hoagland and Arnon (1950) e Furlani (1998); Furlani *et al.* (1999).

Figura 3 – Representação gráfica dos macronutrientes das soluções nutritivas tradicionais distribuídas em gráficos de radar



Segundo Taiz *et al.* (2017), a solução modificada de Hoagland contém todos os minerais necessários ao rápido crescimento vegetal, onde as concentrações dos elementos são elevadas a níveis mais altos possíveis, sem que possam ocorrer sintomas de toxicidade ou estresse salino. Os níveis nutricionais iniciais altos permitem que as plantas cresçam por períodos prolongados sem reposição de nutrientes.

Uma análise de correlação Pearson entre os macronutrientes e entre os micronutrientes das formulações nutritivas demonstra que as formulações apresentam forte correlação positiva. A Tabela 2 e 3 apresenta os resultados da análise de correlação de Pearson entre as formulações de Hoagland and Arnon (1950), Sarruge (1975), Furlani (1998) e Furlani *et al.* (1999) para macro e micronutrientes respectivamente.

Tabela 2 – Resultado da análise de correlação de Pearson para os macronutrientes primários e secundários para as formulações de Hoagland and Arnon (1950), Sarruge (1975), Furlani (1998) e Furlani *et al.* (1999) e modificada Hoagland

X/Y	Hoagland and Arnon (1950)	Furlani <i>et al.</i> (1999)	Sarruge (1975)	Furlani (1998)	Modificada de Hoagland
Hoagland and Arnon (1950)	1,000				
Furlani <i>et al.</i> (1999)	0,978	1,000			
Sarruge (1975)	1,000	0,978	1,000		
Furlani (1998)	0,975	0,999	0,950	1,000	
Modificada Hoagland	0,956	0,978	0,956	0,981	1,000

Tabela 3 – Resultado da análise de correlação de Pearson dados os micronutrientes para as formulações de Hoagland and Arnon (1950), Sarruge (1975), Furlani (1998) e Furlani *et al.* (1999) e modificada Hoagland

X/Y	Hoagland and Arnon (1950)	Furlani <i>et al.</i> (1999)	Sarruge (1975)	Furlani (1998)	Modificada de Hoagland
Hoagland and Arnon (1950)	1,000				
Furlani <i>et al.</i> (1999)	0,980	1,000			
Sarruge (1975)	1,000	0,977	1,000		
Furlani (1998)	0,982	1,000	0,979	1,000	
Modificada Hoagland	0,899	0,797	0,905	0,804	1,000

Luis (2016) descreve a correlação como uma técnica multivariada, para estudo da relação de dois ou mais grupos de variáveis. Uma análise de correlação mede até que ponto duas variáveis de medida variam juntas, variáveis tendem não estar relacionadas a valores próximos de zero.

Desse modo, apesar das formulações serem propostas em diferentes épocas tendem a apresentar correlação quanto ao quadro de macronutrientes e micronutrientes, portanto, para essas formulações de alta correlação espera-se

que o desempenho seja equivalente para uma mesma cultura cultivada sob as mesmas condições.

5 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, verificou-se que mesmo diferentes formulações trazem concentrações nutricionais próximas, sendo utilizadas nas mais distintas culturas. Constatou-se haver uma maior preferência pelas formulações propostas de Furlani e Hoagland, recomendando-se desse modo sua utilização em cultivo hidropônico para aquelas culturas que já se evidenciou seu êxito.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio logístico e científico do Centro de Ciências e da Biodiversidade da Universidade Federal do Cariri, bem como a bolsa de pesquisa concedida no Edital 03/2021/PRPI/UFCA – Chamada PIICT UFCA/FUNCAP/CNPq, que proporcionou o desenvolvimento desse trabalho.

REFERÊNCIAS

ADAMS, P. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hydroponic systems. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 1, n. 361, p. 245-257, 1994. Disponível em: https://www.actahort.org/books/361/361_23.htm. Acesso em: 20 maio 2021.

ASGHARI, R. Effects of nutritional elements level on nutritional characters and phytochemistry of strawberry in hydroculture. **Italian Journal of Food Science**, [s. l.], v. 27, n. 1, 2015. Disponível em: <https://www.itjfs.com/index.php/ijfs/article/view/78>. Acesso em: 20 maio 2021.

BARONE, V. *et al.* Novel bioprocess for the cultivation of microalgae in hydroponic growing system of tomato plants. **Journal of Applied Phycology**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 465-470, 26 maio 2018. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-018-1518-y>. Acesso em: 20 maio 2021.

BEZERRA NETO, E. *et al.* **Cadernos do Semiárido: Hidroponia**. 6. ed. Pernambuco: Crea, 2017. 87 p.

CARDOSO, D. *et al.* Effect of concentration and N: k ratio in nutrient solution for hydroponic production of cucumber. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n.



4, p. 818-824, out./dez. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/kNQbqDsQrv97pPfwJMDcCqt/?format=pdf>. Acesso em: 20 maio 2021.

DIAS, N. *et al.* Yield and quality of cherry tomato fruits in hydroponic cultivation. **Bioscience Journal**, [s. l.], v. 35, n. 5, p. 1470-1478, 19 set. 2019. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/bj-v35n5a2019-42345>. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/42345/27071>. Acesso em: 20 maio 2021.

DONATO, H.; DONATO, M. Etapas na Condução de uma Revisão Sistemática. **Acta Médica Portuguesa**, [s. l.], v. 32, n. 3, p. 227, 29 mar. 2019. Ordem dos Médicos. Disponível em: <https://www.actamedicaportuguesa.com/revista/index.php/amp/article/view/11923>. Acesso em: 20 maio 2021.

FARIA, P. **Revisão sistemática da literatura**: contribuindo para um novo paradigma investigativo. 22. ed. Santo Tirso: Whitebooks, 2019. 105 p.

FLOSS JÚNIOR, O. *et al.* Uso de substratos alternativos no sistema hidropônico e a influência na produção de mudas de *Lactuca sativa* L. **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 6, n. 10, p. 77728-77743, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/18188/14689>. Acesso em: 22 maio 2021.

FURLANI, P. R. **Cultivo da alface pela técnica de hidroponia - NFT**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1995. 18 p. (Documentos IAC, 55).

FURLANI, P. R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de Hidroponia NFT**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1998. 30 p. (Boletim técnico, 168).

FURLANI, P. *et al.* **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: IAC, 1999. 52 p. (Boletim Técnico, 180).

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 57-73, 15 set. 2019. Logeion Filosofia da Informação. Disponível em: <https://sites.usp.br/dms/wp-content/uploads/sites/575/2019/12/Revis%C3%A3oSistem%C3%A1tica-de-Literatura.pdf>. Acesso em: 11 maio 2021.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soils**. Berkeley: California Agricultural Experimental Station, 1950. 347 p.

LEAL, L. *et al.* Comparison of soil and hydroponic cultivation systems for spinach irrigated with brackish water. **Scientia Horticulturae**, [s. l.], v. 274, dez. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423820304441?via%3Dihub>. Acesso em: 11 maio 2021.

LEITE, R. *et al.* Cultivo hidropônico de *Physalis angulata* L.: crescimento e produção sob doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 47, n. 2, p. 145-151, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/pat/article/view/44652>. Acesso em: 11 maio 2021.

PEREIRA, M.; GALVÃO, T. Etapas de busca e seleção de artigos em revisões sistemáticas da literatura. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 369-371, jun. 2014. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742014000200019. Acesso em: 11 maio 2021.

SARRUGE, J. R. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 1, n. 3, p. 231-233, 1975. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/10/1560/htm>. Acesso em: 11 maio 2021.

SILVA, M. *et al.* Frequency of recirculation of nutrient solution in hydroponic cultivation of coriander with brackish water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s. l.], v. 20, n. 5, p. 447-454, maio 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/zMN6hjQfFBSYcZbPwYLS6v/>. Acesso em: 11 maio 2021.

SOBCZAK, A. *et al.* Growth, Yield and Quality of Sweet Pepper Fruits Fertilized with Polyphosphates in Hydroponic Cultivation with LED Lighting. **Agronomy**, [s. l.], v. 10, n. 10, 13 out. 2020. MDPI AG. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy10101560>. Acesso em: 22 fev. 2021.

SONG, J. *et al.* Nutritional quality, mineral and antioxidant content in lettuce affected by interaction of light intensity and nutrient solution concentration. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 1-9, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32071377/>. Acesso em: 11 maio 2021.

SUMARNI, E. *et al.* Effect of electrical conductivity (EC) in the nutrition solution on aeroponic potato seed production with root zone cooling application in tropical lowland, Indonesia. **Agricultural Engineering International**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 70-77, jun. 2019. Disponível em: <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/5097>. Acesso em: 22 fev. 2021.

SURENDRAN, U.; CHANDRAN, Chanchitha; JOSEPH, E. J. Hydroponic cultivation of *Mentha spicata* and comparison of biochemical and antioxidant activities with soil-grown plants. **Acta Physiologiae Plantarum**, [s. l.], v. 39, n. 1, p. 1-14, 18 dez. 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11738-016-2320-6>. Acesso em: 22 fev. 2021.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TSOUVALTZIS, P. *et al.* Effect of Reduced Nitrogen and Supplemented Amino Acids Nutrient Solution on the Nutritional Quality of Baby Green and Red Lettuce Grown in a Floating System. **Agronomy**, [s. l.], v. 10, n. 7, 27 jun. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy10070922>. Acesso em: 20 maio 2021.

ZHANG, J.; WANG, X.; ZHOU, Q. Co-cultivation of *Chlorella* spp and tomato in a hydroponic system. **Biomass And Bioenergy**, [s. l.], v. 97, p. 132-138, fev. 2017. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.12.024>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096195341630397X>. Acesso em: 20 maio 2021.

IMPLEMENTANDO CAMADA DE INTERFACE COM O USUÁRIO DE SISTEMA DE SÉRIES TEMPORAIS

Marcos Renann Fernandes da Silva¹

Paulo Renato Alves Firmino²

RESUMO

Otimização e maior controle de sistemas de produção demandam a utilização de ferramentas digitais de suporte à decisão em situações que envolvem incerteza. Funções de registro, modelagem e previsão de fenômenos sociais, ambientais, econômicos e tecnológicos são indispensáveis. No desenvolvimento desse projeto busca-se a criação e aprimoramento de páginas do sítio do grupo de PD&I MESOR, com foco no registro, na modelagem e previsão de fenômenos passíveis de acompanhamento cronológico ou espacial. O projeto tem como um dos pilares o desenvolvimento de uma interface amigável ao usuário do módulo de séries temporais. A interface com o usuário baseia-se na linguagem de programação PHP, com especificações em HTML, JavaScript e CSS. A camada de banco de dados, por sua vez, utiliza o sistema de gerenciamento de banco de dados MySQL. Por fim, a camada de ciência de dados, envolvendo modelagem estatística e previsões, recorre à linguagem R.

Palavras-chave: incerteza; sistemas de informação; processos estocásticos; séries temporais.

ABSTRACT

Optimization and greater control of production systems demand the use of digital decision support tools in situations involving uncertainty. Functions for recording, modeling and predicting social, environmental, economic and

¹ Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Federal do Cariri (UFCA), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), marcos.renann@aluno.ufca.edu.br

² Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Federal do Cariri (UFCA), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), paulo.firmino@ufca.edu.br



technological phenomena are indispensable. The development of this project seeks to create and improve pages of the RD&I MESOR group's website, with a focus on recording, modeling and predicting phenomena that can be monitored chronologically or spatially. One of the pillars of the project is the development of a user-friendly interface for the time series module. The user interface is based on the PHP programming language, with specifications in HTML, JavaScript and CSS. The database layer, in turn, uses the MySQL database management system. Finally, the data science layer, involving statistical modeling and predictions, uses the R language.

Keywords: uncertainty; information systems; stochastic processes; time series.

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia da informação fornece possibilidades de permanente atualização e integração do negócio, visto que potencializa os processos de tratamento, disseminação e transferência de informações (BERALDI; ESCRIVÃO FILHO, 2000). Com isso, é visível a necessidade de investimento em tecnologia da informação em qualquer área, inclusive na de séries temporais.

Uma série temporal pode ser entendida como uma sequência de observações, coletadas em períodos regulares de tempo, de uma dada variável (CRYER; CHAN, 2008). O tempo pode ser entendido genericamente como uma unidade de medida a partir da qual a coleta de dados deve ocorrer. Logo, a sequência diária de novos casos de Covid-19 pode ser entendida como uma série temporal, assim como o número de itens demandados de um dado produto ao longo dos meses, ou mesmo a temperatura oceânica média anual e a inflação semanal em um dado território. A tecnologia do site do grupo MESOR busca permitir ao usuário registrar, modelar e prever séries temporais de diversas naturezas, como aquelas derivadas de fenômenos sociais, ambientais, econômicos e tecnológicos, tendo como um dos focos, o uso de uma interface intuitiva, além de disponibilizar alguns módulos de ajuda para que seja possível facilitar a usabilidade.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com este projeto, visou-se a construção de um sistema de informação, para cadastro de séries temporais, sua respectiva modelagem e previsão,



envolvendo três principais camadas: cadastro e manipulação de dados, estatística computacional e a interface com usuário (do inglês Graphical User Interface - GUI). A camada de estatística computacional foi baseada na linguagem de programação R, a interface com o usuário foi baseada em PHP e a de banco de dados recorreu a MySQL.

2.1 Séries temporais

Esse trabalho teve um foco maior em séries temporais que, são dados obtidos a partir de observações as quais são coletadas sequencialmente ao longo do tempo. No programa, foram implementados alguns formalismos para a modelagem das séries temporais, como ARIMA (sigla para Autoregressive integrated moving average), ETS (sigla para Exponential Smoothing State Space), SVM (sigla para Support Vector Machines), ANN (sigla para Artificial Neural Networks) e alguns combinadores de preditores, como a cSA (simple average), cSM (simple median), e assim por diante (conforme a Figura 1).

2.2 Módulos de ajuda

Buscou-se algumas formas para auxiliar os usuários no uso do site MESOR como um todo e, com isso, foram desenvolvidos dois módulos de ajuda que serão apresentados a seguir.

2.3 Armazenamento do código fonte do projeto

O código fonte do MESOR está localizado em um servidor da Universidade Federal do Cariri (UFCA). Inicialmente estava sendo utilizado o FileZilla para controle de versões do software no servidor; porém, com o desenvolvimento do projeto e aprimoramento do site, foi vista a necessidade de implementar um melhor versionamento do código. Sendo assim, foi realizada uma busca e foi encontrado o Git juntamente com uma das suas versões com visual do GitHub.

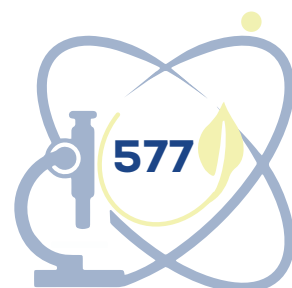
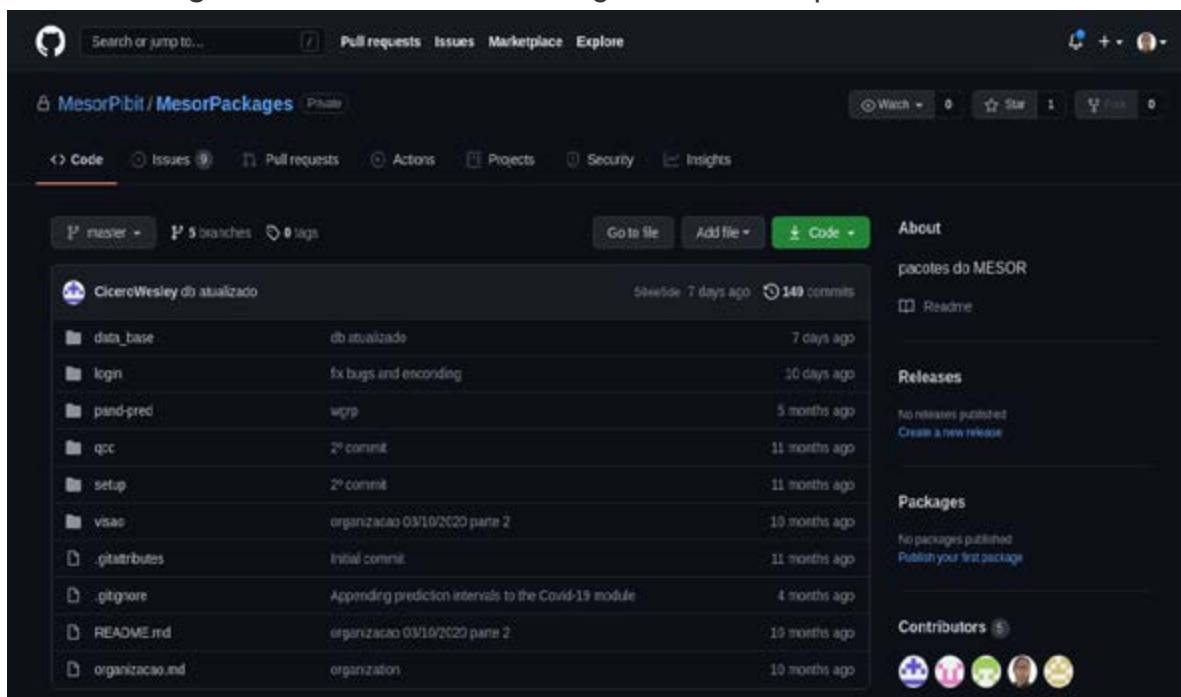


Figura 1 – Screenshot do site github com o repositório aberto



Fonte: Github ([20-]).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Uma série temporal (do inglês Time Series) são dados obtidos a partir de observações as quais são coletadas sequencialmente ao longo do tempo e reflete uma grande variedade de fenômenos causais de variáveis de natureza financeira, econômica, ambiental, social e tecnológica. Alguns exemplos são taxas de juros semanais, cotações de fechamentos diárias e número anual de acidentes de trânsito em dada localidade (CRYER; CHAN, 2008). Por sua vez, um processo estocástico é uma sequência de variáveis aleatórias indexadas no tempo, diga-se $\{Y_t\}$ (ROSS, 1996). Uma série temporal é, assim, uma instância de processo estocástico em que t é um índice discreto, implicando o momento regular em que o processo estocástico é observado. Logo, uma série temporal trata-se da observação de um processo. Sabe-se que a estrutura probabilística completa de tal processo é determinada pelo conjunto de distribuições de todas as coleções finitas de $\{Y_t\}$ (CRYER; CHAN, 2008). Em estudos de séries temporais, busca-se modelar a sua história regressa, possibilitando fazer projeções sobre seus resultados no futuro.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Ao fim do projeto, foram conquistados os objetivos propostos, tendo em vista o melhor para a experiência do usuário. A Figura 2 apresenta a tela inicial do site www.mesor.com.br. Após criar seu usuário e senha, é possível acessar os módulos da plataforma.

Figura 2 – Screenshot da página inicial do MESOR

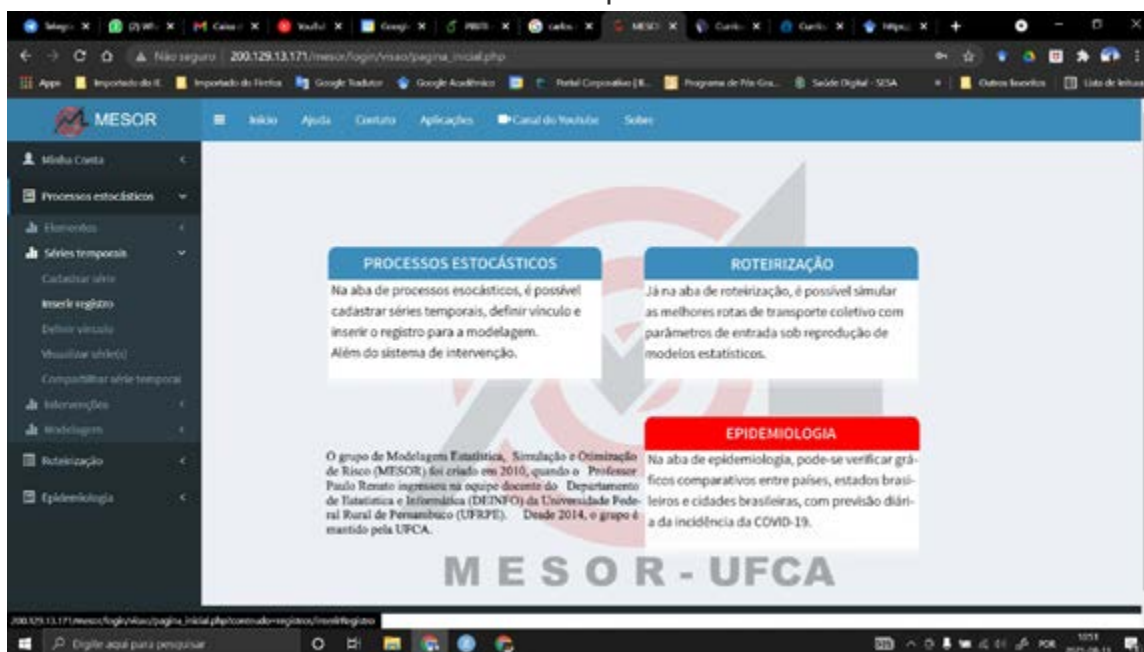


Fonte: Mesor ([20--]).

4.1 Séries temporais

A Figura 3 exibe as alternativas do módulo de Processos Estocásticos, que envolve Séries Temporais como caso particular. A ideia é permitir cadastrar uma série, definir vínculo com um sistema previamente cadastrado, inserir registros (observações) em uma dada série, visualizá-la e mesmo compartilhá-la.

Figura 3 – Screenshot da página do MESOR juntamente com o menu lateral de séries temporais

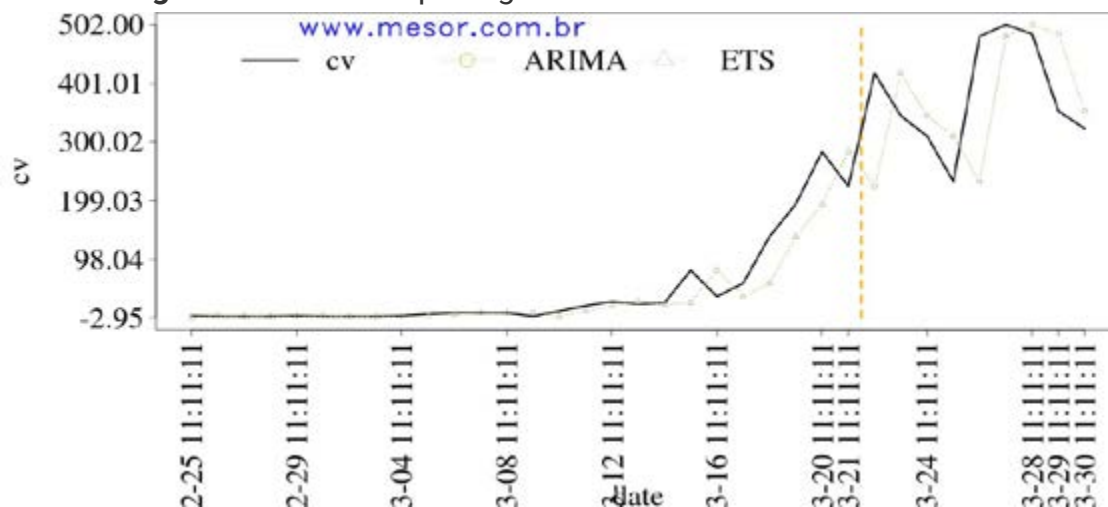


Fonte: Mesor ([20-]).

Diante da série catalogada, o módulo permite a sua modelagem em alguns formalismos (*ANN, ARIMA, ETS, SVM, cSA, cSM, cSW Laplace, cSW Linear, cSW Normal, cCac, cMV, cCB, cDCB, cANN, cSVM*). Para realizar essa modelagem, primeiramente escolhe-se uma série e logo após os formalismos desejados.

Para demonstrar a ferramenta, foram utilizadas duas séries, sendo uma fictícia e outra do mundo real, baseada nos dados da Covid-19 (BRASIL, [20-]). O estudo inicia-se com a modelagem dos novos casos de Covid-19 no Brasil, desde o início da pandemia. Obtém-se com isso a Figura 4, utilizando como base os dados presentes na Tabela 1.

Figura 4 – Série temporal gerada com os dados da COVID-19



Fonte: série gerada através de dados reais de autoria própria.

Para a Figura 4, foram utilizados os 35 dados da Tabela 1, referentes aos novos casos desde 25 de fevereiro de 2020 até 30 de março de 2020, no Brasil. Vê-se que nos primeiros dias, o comportamento da série é estável, com poucos novos casos. Com o tempo, o número de casos tendeu a crescer.

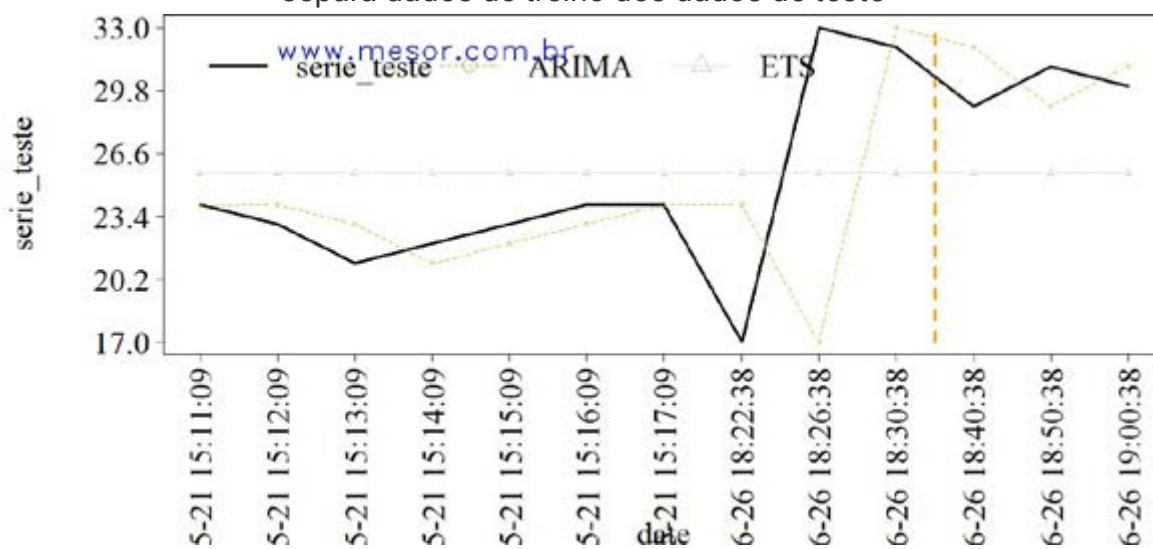
Tabela 1 – Screenshot da página inicial do MESOR

Data	# novos casos
25/02/2020	0
26/02/2020	1
27/02/2020	0
28/02/2020	0
29/02/2020	1
01/03/2020	0
02/03/2020	0
03/03/2020	0
04/03/2020	1
05/03/2020	4
06/03/2020	6
07/03/2020	6
08/03/2020	6
09/03/2020	0
10/03/2020	9
11/03/2020	18
12/03/2020	25
13/03/2020	21
14/03/2020	23
15/03/2020	79
16/03/2020	34
17/03/2020	57
18/03/2020	137
19/03/2020	193
20/03/2020	283
21/03/2020	224
22/03/2020	418
23/03/2020	345
24/03/2020	310
25/03/2020	232
26/03/2020	482
27/03/2020	502
28/03/2020	486
29/03/2020	353
30/03/2020	323

Fonte: Brasil ([20-]).

Para outro caso de série temporal, foram utilizados dados fictícios. Com esses dados, foi possível gerar a série da Figura 5.

Figura 5 – Modelagem referente a alguns dados fictícios. A linha vertical separa dados de treino dos dados de teste



Fonte: série gerada através de dados fictícios de autoria própria.

4.2 Módulos de ajuda

Com o intuito de auxiliar os usuários no módulo de séries temporais e do site MESOR, foram desenvolvidos dois tipos de módulos de ajuda (um sendo nos formulários, dando uma breve descrição do que se espera naquele campo, e outro sendo uma página, a qual contém um pequeno passo a passo para auxiliar no uso do módulo)

Nos formulários para dar um auxílio durante o seu preenchimento, ao colocar o mouse em cima de alguns dos campos dos formulários, aparecerá um pequeno balão em cima daquele campo que informará do que se trata (conforme a Figura 6).

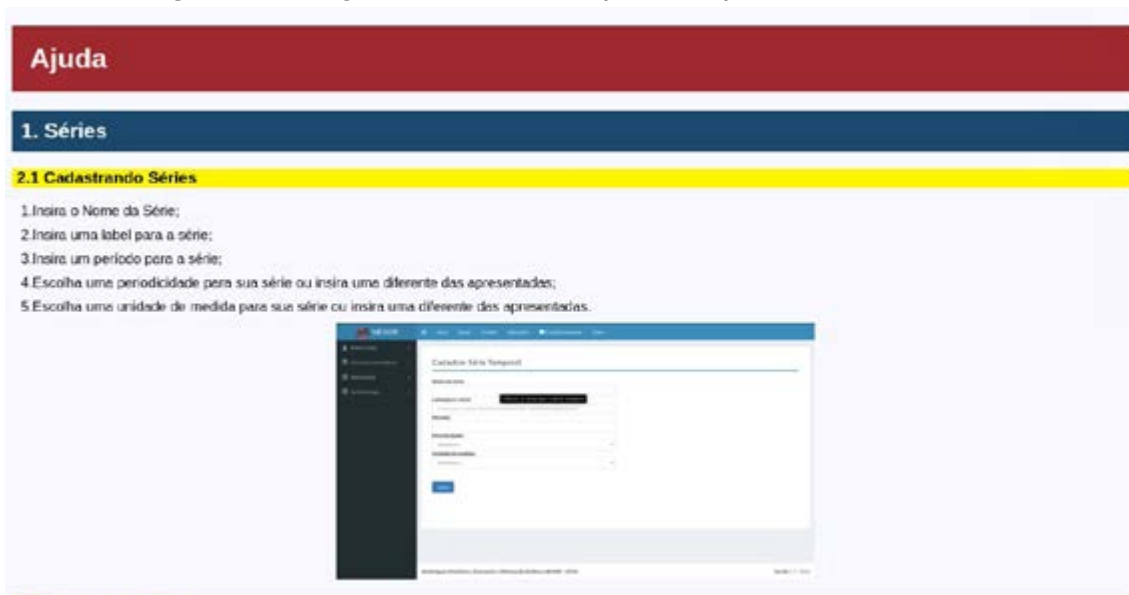
Figura 6 – Módulo de ajuda presente nos formulários

The image shows a screenshot of the MESOR web application interface. The main content area is titled 'Cadastrar Série Temporal'. It contains several input fields: 'Nome da série', 'Label para a série' (with a tooltip that says 'Informe o nome que a série receberá'), 'Período', 'Periodicidade', and 'Unidade de medida'. Below these fields is a blue 'Salvar' button. The footer of the page includes the text 'Modelagem Estatística, Simulação e Otimização de Risco (MESOR - UFPA)' and 'Versão 0.1 - 2019'. The left sidebar shows navigation options like 'Minha Conta', 'Processos estatísticos', 'Identificação', and 'Epidemiologia'.

Fonte: Mesor ([20--]).

Em uma página criada, foi colocado um breve passo a passo da utilização e de como prosseguir em cada parte dos módulos das séries temporais, com a finalidade de auxiliar o usuário que ainda esteja com dúvida do que ele tem que fazer para cadastrar uma série juntamente com os seus registros (conforme a Figura 7).

Figura 7 – Página contendo um passo a passo dos módulos



Fonte: Mesor ([20-]).

Em outra página que foi criada, foram colocadas todas as informações dos campos em determinada parte do módulo de séries temporais, buscando mostrar ao usuário, caso este deseje, um pouco sobre cada campo, sem a necessidade de ir até o formulário (conforme a Figura 8).

Figura 8 – Página contendo uma explicação sobre os campos dos formulários



Fonte: Mesor ([20-]).

5 CONCLUSÕES

Cada vez se torna mais importante a modelagem de séries temporais tendo em vista que serve para observar e analisar a variação de alguma variável com o passar do tempo, podendo auxiliar nessa tarefa, a plataforma MESOR.

A plataforma MESOR está disponível em www.mesor.com.br e com o avanço do projeto foi possível observar a evolução na forma que o usuário utiliza o mesmo, permitindo que qualquer um (pesquisadores, instituições, público em geral, entre outros) modele e preveja valores da série.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq, à Pró-Reitoria de Pesquisa e à Pro-Reitoria de Pós-Graduação e Inovação (PRPI) da UFCA pela concessão das bolsas, pelo Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica.

REFERÊNCIAS

BERALDI, Lairce Castanhera; ESCRIVÃO FILHO, Edmundo. Impacto da tecnologia de informação na gestão de pequenas empresas. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 46-50, jan./abr. 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ci/a/bgDCMyb7DLNqFBdyvBCmclm/abstract>. Acesso em: 16 maio 2023.

BRASIL. **Coronavírus Brasil**: painel coronavírus. [20--]. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br>. Acesso em: 22 maio 2022.

CRYER, Jonathan D.; CHAN, Kung-Sik. **Time series analysis**: with applications in r. 2. ed. [S. l.]: Springer, 2008.

GITHUB. [sem título]. [20--]. Disponível em: <https://github.com/>. Acesso em: 22 maio 2022.

MESOR. [sem título]. [20--]. Disponível em: <http://www.mesor.com.br/>. Acesso em: 22 maio 2022.

ROSS, Sheldon M. *et al.* **Stochastic processes**. 2. ed. [S. l.]: Wiley New York, 1996.

AGREGADOS GRAÚDOS:

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A BRITA DE PEDRA CARIRI E BRITA DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Bruna Caroline de Farias Medeiros¹

José Matheus Lira Grangeiro²

Yankara Pinheiro Sampaio³

Yanne Pinheiro Sampaio⁴

Yasminy Tavares dos Santos⁵

RESUMO

A construção civil consome elevadas quantidades de recursos naturais como pedregulhos e rochas estáveis para a fabricação de agregados graúdos. Estudos são desenvolvidos para a substituição das britas industrializadas que são utilizadas na construção. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é realizar comparações entre as britas de pedra cariri e de resíduos de construção e demolição (RCD); avaliando, através de ensaios de granulometria, massa unitária e abrasão “Los Angeles” as propriedades físicas e mecânicas de tais britas, e analisando a possibilidade do uso delas como agregados graúdos. Verificando, assim, se os mesmos atendem às propriedades que lhe são requeridas, a fim de obter um desempenho eficiente na utilização das britas alternativas. O estudo foi realizado de modo experimental e para uma maior confiabilidade, realizou-se uma análise comparativa dos resultados obtidos na revisão bibliográfica. Pelos resultados experimentais, evidenciou-se limitações de resistência e adequação das britas de pedra cariri e de RCD como agregado graúdo.

Palavras-chave: agregados graúdos; pedra cariri; RCD.

¹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), bruna.medeiros@aluno.ufca.edu.br

² Universidade Federal do Cariri (UFCA), Matheus.lira@aluno.ufca.edu.br

³ Universidade Federal do Cariri (UFCA), yankara.pinheiro@aluno.ufca.edu.br

⁴ Universidade Federal do Cariri (UFCA), yanne.pinheiro@aluno.ufca.edu.br

⁵ Universidade Federal do Cariri (UFCA), yasminy.santos@aluno.ufca.edu.br



ABSTRACT

Civil construction consumes natural resources such as boulders and stable rocks for the manufacture of coarse aggregates. Studies are developed for the replacement of industrialized gravel that are used in construction. In this sense, the objective of this work is to carry out comparisons between crushed stone cariri and construction and demolition waste (RCD); evaluating, through granulometry, unit mass and “Los Angeles” abrasion tests, the physical and mechanical properties of such crushed stones, and analyzing the possibility of using them as coarse aggregates. Checking, therefore, if they meet the required properties, in order to obtain an efficient performance in the use of alternative gravel. The study was carried out in an experimental way and for greater reliability, a comparative analysis of the results obtained in the literature review. From the experimental results, it was evidenced limitations of resistance and suitability of crushed stone cariri and RCD as coarse aggregate.

Keywords: coarse aggregates; cariri stone; RCD.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil emprega insumos para a realização de suas atividades, dentre eles, os agregados graúdos. Conforme a Norma Brasileira 9935 (NBR 9935), eles são partículas que atravessam a peneira com 75 mm de abertura de malha e ficam retidos na de malha de 4,75mm.

O desenvolvimento da sociedade é acompanhado do crescimento da construção civil. A oferta de insumos que atendam às necessidades desse setor deve acompanhar esse crescimento e o uso de materiais alternativos deve acontecer a fim de suprir a elevada demanda. Nesse sentido, o estudo descritivo e comparativo da Pedra Cariri e dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) mostra-se importante, pois contribuirá para o entendimento desses materiais e avanço tecnológico.

O objetivo geral deste artigo é realizar o estudo comparativo entre a brita de pedra cariri e brita de RCD por meio do estudo de suas propriedades. Realizou-se ensaios de granulometria, abrasão e massa unitária a fim de compreender os insumos e executar os objetivos propostos no trabalho.



2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Conforme definido pela ABNT NBR 9935, agregados graúdos são britas cujo grãos possuam diâmetro mínimo de 4,75mm e máximo de 75mm. As propriedades físicas e químicas dos agregados, tais como composição granulométrica, massa específica, forma e textura, influenciam nas características do concreto. Desse modo, a seleção e uso adequado do agregado é essencial para prolongar a vida útil das estruturas em que são usados.

2.1 Agregado de pedra cariri

A região do Cariri é conhecida como um polo de mineração no Ceará, por causa da grande quantidade de calcário laminado (“Pedra Cariri”) encontrado. De acordo com Rodrigues *et al.* (2018), a Pedra Cariri é um tipo de calcário sedimentar formado essencialmente por Carbonato de Cálcio (CaCO_3) e é bastante utilizada na construção civil em revestimentos, devido suas propriedades térmicas e baixo custo comercial.

Contudo, apesar de ser um material abundante e barato, em âmbito ambiental, a exploração do calcário laminado promove geração de um elevado volume de resíduos inertes, devido a tecnologia de extração com operações pré-industriais, gerando grande quantidade de resíduos durante toda a sua linha de fabricação, os quais são descartados de forma indevida. Não obstante, a massiva extensão de calcário disponível na região sem destinação certa deve ser entendida como o principal fator impulsionador de estudos que melhor definem e caracterizam a rocha calcária como agregado graúdo utilizado na formulação de concreto.

Como sendo a pedra cariri substancialmente calcária, podemos observar a análise granulométrica referente ao agregado graúdo realizada e cedida por Dantas (2018).

Tabela 1 – Granulometria da brita calcária

<i>Abertura das peneiras (mm)</i>	<i>Massa retida (g)</i>	<i>Massa retida (%)</i>	<i>Acumulada (%)</i>
19	0	0,0%	0,0%
12,5	1024,3	20,5%	21,6%
9,5	1883,1	37,7%	61,5%
6,3	1977,8	39,6%	98,0%
4,75	77,3	1,5%	99,2%
Fundo	37,6	0,7%	100%
Total retido	5000,1		
Módulo de finura	6,57		

Fonte: DANTAS (2018).

Verifica-se que a laminação da pedra cariri é bastante acentuada, exibindo estratificações plano paralelas horizontalizadas. Desse modo, a pedra cariri é considerada friável, ou seja, passível à fragmentação, por ser uma rocha sedimentar calcária. Baseado nisso, é viável a análise de outros autores em relação ao desgaste por abrasão da pedra calcária. Nos estudos de Oliveira (2015) conferimos os seguintes dados: Ribeiro *et al.* (2007) obteve-se uma perda de 36% para Calcário cristalino, enquanto para Oliveira (2015) o Calcário laminado teve perda de 75%, e 60% de perda nos estudos de Pinto (2011) para Resíduo da Pedra Cariri. Assim, constata-se uma média das perdas de pedras calcárias obtidas igual a 57%.

Ademais, há uma considerável importância de se conhecer a massa unitária do agregado, pois contribui, por exemplo, na dosagem de concretos. Em paralelo, Silva e Martinelli (2014) em sua análise das propriedades do agregado graúdo obtiveram uma massa unitária de 1,39 g/cm³ para brita calcária.

2.2 Agregado de resíduos de construção e demolição

Segundo a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON, [20–]), o Brasil produz mais de 100 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição, no entanto recicla apenas 16% disto.

De acordo com Angulo (2000) os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) são todo e qualquer resíduo proveniente das atividades relacionadas à construção civil. O autor ainda salienta a reciclagem em produtos como concretos e argamassas como uma forma de reduzir o efeito nocivo dos resíduos no âmbito urbano.

Nesse contexto, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) editou a resolução nº 307/2002, a qual dispõe de diretrizes e procedimentos que visam minimizar os problemas ocasionados por resíduos de construção e demolição. Nela os resíduos de construção civil são classificados em quatro classes, classe A, B, C e D. No presente artigo será estudado apenas os resíduos da Classe A, que são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregado.

Buttler (2003) em seus estudos sobre a influência da idade de reciclagem nas propriedades dos agregados e concretos reciclados faz uma análise detalhada sobre as propriedades dos agregados graúdos reciclados. Os resultados da apreciação granulométrica demonstraram uma diminuição na dimensão máxima característica das partículas dos agregados graúdos reciclados quando comparadas com o material natural.

Tabela 2 – Dados correspondentes à granulometria dos ensaios de Buttler (2003)

<i>Peneira (mm)</i>	<i>%Retida Agregado Natural (brita basáltica)</i>	<i>%Retida acumulada Agregado Natural (brita basáltica)</i>	<i>%Retida Agregado graúdo reciclado concreto com idade de 1 dia</i>	<i>%Retida acumulada Agregado graúdo reciclado de concreto com idade de 1 dia</i>
25,0	0	0	0	0
19,0	3	3	0	0
12,5	38	41	6	6
9,5	35	76	41	47
6,3	17	93	40	87
4,8	2	96	11	98
Resíduo	5	100	2	100
Dimensão máxima característica do agregado graúdo reciclado = 19,0mm		Módulo de finura do agregado graúdo reciclado = 6,45		
Dimensão máxima característica do agregado graúdo natural = 19,0mm		Módulo de finura do agregado graúdo natural = 6,7		

Fonte: BUTTLER (2003).

Além disso, Buttlar (2003) em seu ensaio de massa unitária, observou que a quantidade de argamassa aderida aos agregados foi responsável pela redução da densidade do material reciclado, com resultado de $1,437 \text{ kg/dm}^3$ para o agregado graúdo reciclado de concreto com idade de um dia. Já em relação aos seus estudos sobre os resultados do ensaio de abrasão Los Angeles, notou-se que o agregado graúdo reciclado teve maior perda de massa por abrasão do que o agregado graúdo natural, com perdas de 41,7% e 20,5%, respectivamente.

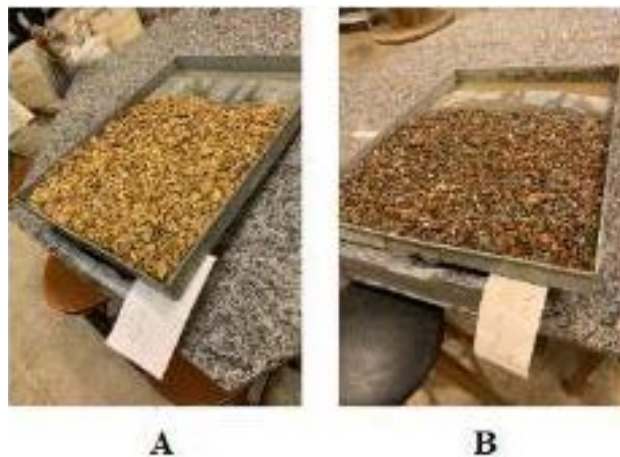
3 METODOLOGIA

O presente trabalho se caracteriza como uma pesquisa de natureza experimental. Segundo Gil (1999), o método experimental é considerado o melhor exemplo de pesquisa científica, pois podemos observar as reações de um objeto de estudo a certas condições impostas e controladas com auxílio das normas.

Para o desenvolvimento deste estudo foram selecionados dois tipos de britas: a brita de pedra cariri (A), proveniente de Nova Olinda-CE, e a brita de RCD (B). Os materiais em pauta foram disponibilizados pelo Laboratório de ensino, pesquisa e extensão em Materiais de Construção Civil (LAMAC), onde recolhemos amostras de 8Kg de cada.

De início as pedras foram lavadas no laboratório, e adiante foram deixadas para escorrer o excesso de água por, aproximadamente, 12 horas, consoante a Figura 1.

Figura 1 – Imagem do escoamento da água após a lavagem das britas



Fonte: autoria própria (2022).

As britas foram colocadas para secar ao ar livre e posteriormente foram colocadas na estufa no Laboratório de Pavimentação, por um período de 5 horas. Foram realizados três ensaios com as britas, o ensaio de granulometria, o ensaio de massa unitária e o ensaio de abrasão. Cada ensaio seguiu suas devidas normas.

3.1 Descrição de ensaios, materiais e equipamentos

3.1.1 Ensaio de granulometria

A granulometria de um agregado consiste na distribuição percentual dos variados tamanhos de grãos, presente no material, em massa, retido nas peneiras utilizadas, possibilitando conhecer as propriedades do material. O procedimento de análise granulométrica dos agregados foi realizado conforme a norma NBR NM 248:2003 (Agregados - Determinação da composição granulométrica). Para os ensaios foram utilizados 0,3 Kg de brita de RCD e 1 Kg brita de pedra cariri. A série de peneiras usada possuía as seguintes aberturas de malha (em mm): 37,5; 31,5; 25; 19; 12,5; 9,5 e 4,75.

O peneiramento das amostras foi realizado de forma manual, primeiramente o conjunto de peneiras foi agitado e em seguida, individualmente, cada peneira (com tampa e fundo falso encaixados) foram agitadas em movimentos laterais e circulares alternados, tanto no plano horizontal quanto inclinado, esse mecanismo foi empregado inicialmente com as peneiras de maior graduação até a de menor malha com duração de um minuto por peneira.

Os materiais retidos em cada uma das peneiras usadas no ensaio foram pesados. E por fim, ao terminar o procedimento com a última peneira, os valores das massas retidas foram somados.

3.1.2 Ensaio de massa unitária

A massa unitária é a relação entre a massa do agregado lançado no recipiente e o volume deste. A determinação da massa unitária dos dois agregados foi realizada segundo a norma ABNT NBR 16972:2021 (Agregados

- Determinação da massa unitária e do índice de vazios) e o procedimento empregado foi o do método A para a determinação da massa unitária de material compactado com agregados de dimensão máxima característica de 37,5 mm ou menor.

Para realização do ensaio foram utilizados os seguintes materiais: balança, balde, recipiente cilíndrico de volume conhecido, haste metálica e uma régua. Para cada um dos dois tipos de agregados foram utilizadas três amostras, calculou-se a massa unitária das três amostras de cada agregado graúdo e fez-se a média dos valores encontrados.

A massa unitária determinada pelo método A foi calculada por meio da seguinte equação:

$$P_{ap} = (m_{ar} - m_r) / V \quad (1)$$

Sendo:

P_{ap} , massa unitária do agregado compactado, em quilogramas por metro cúbico;

m_{ar} , massa do recipiente com o agregado, em quilogramas;

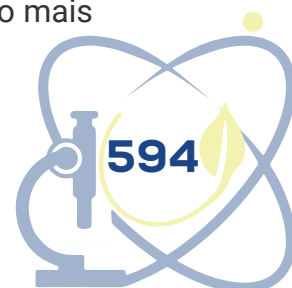
m_r , massa do recipiente vazio, em quilogramas;

V, volume do recipiente cilíndrico, em metros cúbicos.

3.1.3 Ensaio de desgaste de abrasão “Los Angeles”

O ensaio de abrasão Los Angeles é o processo em que é possível determinar a perda de massa do material devido ao desgaste submetido na máquina e, assim, pode-se estabelecer a resistência dos grãos quando submetidos ao atrito. Este ensaio foi realizado de acordo com a norma ABNT NBR 16974:2022 (Agregados - Ensaio de resistência ao impacto e à abrasão “Los Angeles”). Primeiramente, houve a separação das britas por meio do peneiramento.

Logo após, os materiais selecionados foram levados à máquina de abrasão “Los Angeles”, onde se realizou o processo de abrasão. Ao terminar o procedimento, as pedras foram peneiradas novamente, com o intuito de separar os grãos da maioria do pó da pedra abrasada. Em seguida, o material que não ficou retido nas peneiras foi descartado e o material retido foi lavado, logo mais



foram colocadas na estufa para ser realizada a secagem.

Posteriormente à secagem, pesou-se a massa de amostra retida, com precisão de uma grama, e realizou-se os cálculos da porcentagem de perda de massa por resistência ao impacto, conforme a norma:

$$P = ((m - m_1) / m) \times 100 \quad (2)$$

Sendo:

P, a perda de massa por resistência ao impacto e à abrasão, expressa em porcentagem (%);

m, a massa de amostra seca, expressa em gramas (g);

m_1 , a massa de amostra repelida na peneira com abertura de malha de 1,7 mm, expressa em gramas (g).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise granulométrica

4.1.1 Brita de Pedra Cariri

Os resultados obtidos no ensaio de granulometria da Pedra Cariri estão explicitados na Tabela 3 seguir.

Tabela 3 – Granulometria da brita de Pedra Cariri

<i>Amostra: 1000 g</i>			
<i>Aberturas das peneira (mm)</i>	<i>Massa retida (g)</i>	<i>Massa retida (%)</i>	<i>Massa retida Acumulada (%)</i>
37,5	0	0,0%	0,0%
31,5	0	0,0%	0,0%
25	0	0,0%	0,0%
19	0	0,0%	0,0%
12,5	18	1,8%	1,8%
9,5	953	95,4%	97,2%
4,75	28	2,8%	100,0%
Fundo	0	0,0%	100,0%
Total retido	999		
Erro	0,10%		
Diâmetro máximo	12,5 mm		
Módulo de finura	1,97		

Fonte: autoria própria (2022).

Conforme pode-se observar nos resultados apresentados no trabalho de Dantas (2018) Tabela 1 e pelos autores na Tabela 3, os módulos de finura obtidos foram: 6,57 para a brita calcária analisada em Dantas (2018) e 1,97 para a pedra cariri analisada. Ademais, os valores de porcentagem retida individualmente diferiram de modo significativo entre as peneiras da mesma abertura de malha, o que permite concluir uma má graduação na amostra utilizada neste trabalho, pois mais de 95% do material ficou retido na malha de 9,5mm. Tal resultado pode ser justificado uma vez que comumente a granulometria varia de acordo com a fonte, pois a geração de resíduos é originada de formas variadas, gerando resíduos heterogêneos. E por fim, como a massa total não diferiu mais de 0,3% da massa utilizada inicialmente em cada um dos três tipos de amostras, dessa forma o ensaio que foi realizado é válido.

4.1.2 Brita de RCD

Os resultados obtidos no ensaio de granulometria dos Resíduos da construção civil estão explicitados na Tabela 4 a seguir.

Tabela 4 – Granulometria De Resíduos de Construção e Demolição

<i>Amostra: 300g</i>			
<i>Aberturas das peneira (mm)</i>	<i>Massa retida (g)</i>	<i>Massa retida (%)</i>	<i>Massa retida Acumulada (%)</i>
37,5	0	0,0%	0,0%
31,5	0	0,0%	0,0%
25	0	0,0%	0,0%
19	0	0,0%	0,0%
12,5	0	0,0%	0,0%
9,5	0	0,0%	0,0%
4,75	299	100,0%	100,0%
Fundo	0	0,0%	100,0%
Total retido	299		
Erro	0,30%		
Diâmetro máximo	9,5 mm		
Módulo de finura	de 1,00		

Fonte: autoria própria (2022).

Ao examinar os resultados apresentados por Buttler (2003) e os resultados da Tabela 4 foi possível notar que os módulos de finura se diferenciam. No mesmo viés, verifica-se uma má graduação dos resíduos na amostra utilizada em comparação à amostra usada em Buttler (2003). Ademais, conclui-se uma estimável diferença entre as dimensões máximas nos dois resultados comparados: 19,0mm na amostra de Buttler (2003) e 9,5mm na amostra dos autores.

4.2 ANÁLISE DE MASSA UNITÁRIA

O desenvolvimento do ensaio de massa unitária teve como objetivo encontrar qual dos agregados analisados causa um melhor empacotamento, ou seja, qual deixa menos vazios em um volume determinado. Os resultados obtidos através dos ensaios foram os seguintes: para a pedra cariri 1211,74 kg/m³ e para o RCD 1112,71 kg/m³, demonstrando que o agregado de pedra cariri possibilita um melhor empacotamento. De acordo com Cabral (2007), normalmente, os agregados reciclados apresentam uma massa unitária menor devido a própria

densidade do material, a alta porosidade e a forma irregular das partículas dos agregados.

4.3 ANÁLISE DE ABRASÃO “LOS ANGELES”

Os resultados do ensaio de desgaste por abrasão “Los Angeles” da Pedra Cariri e RCD foram os seguintes: pedra cariri obteve 42,96% de perda de material, enquanto o RCD sofreu uma perda de 50,68%. Segundo a ABNT NBR 7211:2009, o índice de desgaste por abrasão “Los Angeles” deve ser inferior a 50%. Analisando os dados dos ensaios, apenas a pedra cariri estudada se enquadra no requisito estabelecido.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo objetivou a análise comparativa da caracterização de duas amostras como agregado graúdo: Pedra Cariri e RCD, submetidas à ensaios realizados segundo as normas vigentes. Por fim, pode-se considerar:

1. Quanto aos resultados obtidos no ensaio de granulometria, têm-se que: a pedra cariri e o RCD, tiveram sua massa retida, em quase sua totalidade, em uma única peneira, apresentando assim, uma graduação predominantemente uniforme, caracterizando menor rigidez e menor compatibilidade como agregado graúdo.

2. A respeito da determinação das massas unitárias dos agregados graúdos, têm-se que: A pedra cariri e o RCD possuem números significativamente menores que os resultados em referência, não se enquadrando no intervalo de 1300 a 1750 kg/m³, comumente utilizado no concreto. Tais conclusões também podem ser explicadas pelo resultado granulométrico de cada amostra.

3. Em relação ao ensaio de abrasão: a perda abrasiva do RCD foi de 50,68%, não se enquadrando como utilizável em relação à agregado graúdo, todavia a pedra cariri obteve um valor ainda mais favorável do que o alcançado pelo autor comparado.

De modo geral, verifica-se que as amostras de pedra cariri e RCD demonstraram variadas limitações para uso como agregado graúdo, sobretudo



quanto a análise granulométrica, demonstrando, por fim, a influência da origem da amostra.

REFERÊNCIAS

ABRECON - Associação Brasileira para a Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. [Sem título]. [20--]. Disponível em: <https://abrecon.org.br/encontro-nacional-das-usinas-dereciclagem-de-entulho-apresenta-parceria-inedita-e-premia-as-unidades-de-reciclagem-dercd/>. Acesso em: 22 abr. 2022.

ANGULO, S. C. **Variabilidade de Agregados Graúdos de Construção e Demolição**. 2000. 155 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-05102005-112833/publico/variabilidade_sergio_angulo.pdf. Acesso em: 22 abr. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9935:2010**: Agregados – Terminologia. 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2011. 9 p. Disponível em: <https://www.abntcolecao.com.br/default.aspx>. Acesso em: 7 maio 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16974:2022**: Agregados - Ensaio de resistência ao impacto e à abrasão Los Angeles. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2022. 5 p. Disponível em: <https://www.abntcolecao.com.br/normavw.N0VVZ2hSaDBFRDhBZmlKUTBsSmpL3VkS3FCRnRFWU5BZmJHZ2xKQT0%3d>. Acesso em: 11 maio 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248:2003**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2003. 6 p. Disponível em: <https://www.abntcolecao.com.br/normavw.YjJ3cnF2T3h2WXQ5WS9tdGhmK3NTWkpwQUJZRG1uR0htTno5VndUYkJiZz0=>. Acesso em: 03 maio 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16972:2021**: Agregados - Determinação da massa unitária e do índice de vazios. Rio de Janeiro: ABNT, 2021. 6 p. Disponível em: <https://www.abntcolecao.com.br/normavw.nBjTHdBMGVZSi8wa09XYXhONkJUSTViOFg4R09ySTVqdGI4VWExUUhmQT0=>. Acesso em: 03 maio 2022.

BUTTLER, A. M. **Concreto com Agregados Reciclados de Concreto – Influência da Idade de Reciclagem nas Propriedades dos Agregados e Concretos Reciclados**. 2003. 199 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estrutura) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-06082003-172935/publico/buttler.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2022.



CABRAL, A. E. B. **Modelagem de propriedades mecânicas e de durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados, considerando-se a variabilidade da composição do RCD.** 2007. 254 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2007. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-21102007164548/publico/ANTONIOEDUARDOModelagemPropConcretocomRCD.pdf>. Acesso em: 28 maio 2022.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 307.** Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF, 2002. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=305. Acesso em: 22 abr. 2022.

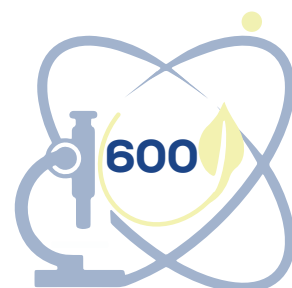
DANTAS, A. R. S. Avaliação da utilização de brita calcária na formulação de concretos. *In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFERSA*, 24., 2018, Mossoró. **Anais [...]**. Mossoró: Edufersa, 2018. p. 257 - 257.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 1999. 220 p. Disponível em: <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todose-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>. Acesso em: 13 maio 2022.

RODRIGUES, G. G.; GURGEL, M. T. **Exploração e Beneficiamento da pedra Cariri nas cidades de Nova Olinda e Santana do Cariri-Ce.** 2018. 9 f. TCC (Graduação em Ciência e Tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/4402/2/GustavoGR_ART.pdf. Acesso em: 11 maio 2022.

SILVA JÚNIOR, F. A.; MARTINELLI, A. E. Análise das propriedades do agregado graúdo: brita de origem calcária, proveniente do rejeito da fabricação de cimentos, para compósitos cimentícios. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS*, 21., 2014, Cuiabá. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2014. Disponível em: <https://docplayer.com.br/33210888-Analise-das-propriedades-do-agregado-graudobrita-de-origem-calcaria-proveniente-do-rejeito-da-fabricacao-de-cimentos-paracompositos-cimenticios.html>. Acesso em: 9 maio 2022.

OLIVEIRA, D. B. de. **O uso do resíduo pedra cariri como material alternativo para aplicação em camadas granulares de pavimentos.** 2016. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/40464/3/2016_dis_dboliveira.pdf. Acesso em: 12 maio 2022.



DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO AMENDOIM EM FUNÇÃO DO USO DE HERBICIDAS

Camila Tawana Ferreira Santos¹

Pedro Alves Pinto²

Eduardo Oliveira Nascimento³

Igor Lindenberg Ventura Gonçalves⁴

Felipe Thomaz da Camara⁵

RESUMO

A competição entre as culturas cultivadas e as plantas espontâneas aumentam a competição pelos recursos naturais e conseqüente redução de produtividade. Desta forma, o experimento foi conduzido com o objetivo de testar o uso dos herbicidas Glifosato, S-Metolacloro, Trifluralina e a mistura do Glifosato com S-Metolacloro e Glifosato com Trifluralina, avaliando o desenvolvimento e produtividade da cultura do amendoim. O experimento foi instalado no Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade na Universidade Federal do Cariri – Ceará. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, contendo seis tratamentos, com três repetições. Os tratamentos foram: 1 – Testemunha; 2 – Glifosato; 3 – S-Metolacloro; 4 – Trifluralina; 5 – Glifosato + S-Metolacloro, e 6 – Glifosato + Trifluralina. Cada parcela experimental continha quatro fileiras de amendoim espaçadas a 0,4 m, com quatro metros de comprimento, o que corresponde a uma área de 6,4 m². Os resultados evidenciaram que a cultura do amendoim foi influenciada pelos herbicidas aplicados, onde a testemunha obteve rendimento inferior e o uso de glifosato e Trifluralina juntos proporcionaram os melhores resultados, com maior produtividade de vagens e de grãos.

Palavras-chave: Glifosato; Trifluralina; S-Metolacloro; *Arachis hypogaea*.

¹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), camila.tawana@aluno.ufca.edu.br

² Universidade Federal do Cariri (UFCA), pedro.alves_pinto@aluno.ufca.edu.br

³ Universidade Federal do Cariri (UFCA), eduardo.oliveira@aluno.ufca.edu.br

⁴ Universidade Federal do Cariri (UFCA), igor.ventura@aluno.ufca.edu.br

⁵ Universidade Federal do Cariri (UFCA), felipe.camara@ufca.edu.br

ABSTRACT

The competition between cultivated crops and spontaneous plants increases competition for natural resources and consequent reduction in productivity. Thus, the experiment was conducted with the objective of testing the use of the herbicides Glyphosate, S-Metolachlor, Trifluralin and the mixture of Glyphosate with S-Metolachlor and Glyphosate with Trifluralin, evaluating the response in the development and productivity of the peanut crop. The experiment was installed at the Center for Agrarian Sciences and Biodiversity at the Federal University of Cariri – Ceará. A randomized block design was used, containing six treatments, with three replications. The treatments were: 1 – Control; 2 – Glyphosate; 3 – S-Metolachlor; 4 – Trifluralin; 5 – Glyphosate + S-Metolachlor, and 6 – Glyphosate + Trifluralin. Each experimental plot contained four rows of peanuts spaced at 0.4 m, four meters long, which corresponds to an area of 6.4 m². The results showed that the peanut crop was influenced by the herbicides applied, where the control had lower yield and the use of glyphosate and Trifluralin together provided the best results, with higher yields of pods and grains.

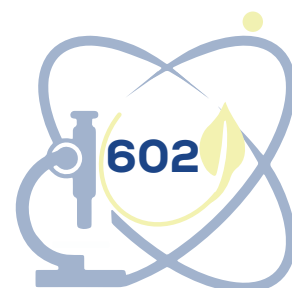
Keywords: Glyphosate; Trifluralin; S-Metolachlor; *Arachis hypogaea*.

1 INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é, na sua classificação morfológica, uma planta dicotiledônea, com seu fruto localizado abaixo do solo (subterrâneo), pertence à família Leguminosae, bem como o feijão e a soja. “No Brasil, os tipos botânicos de amendoim mais cultivados para fins comerciais são a Valência e Virgínia” (HEID *et al.*, 2016, p. 106).

Dessa forma, apresenta grande importância para a comunidade brasileira devido a rica qualidade nutricional, podendo ser cultivado em sistemas de sequeiro e irrigado. Devido a isso, essa cultura abastece comércios de diversos setores, tendo em vista que essa leguminosa pode ter sua semente explorada para a fabricação de doces, bolos e a sua casca também pode ser aproveitada para fabricação de plástico, gesso, abrasivos e combustível.

De acordo com os dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2022) a produção média de amendoim no Brasil nos últimos 10 anos foi de 407,9 mil toneladas, sendo o principal produtor São Paulo com uma média de 354,7 mil toneladas, correspondendo a 86,9% de toda a produção do país. Ainda de acordo com a Conab, no Nordeste os principais Estados produtores



são Bahia, Sergipe, Paraíba e Ceará, chegando a aproximadamente 1% de toda a produção nacional.

Porém, sua produção enfrenta desafios no controle de plantas daninhas. Pois, estas, quando em contato com a cultura, tendem a competir por luz, água e espaço, ou seja, impedindo que os nutrientes presentes no solo auxiliem para que a cultura alcance o seu máximo potencial de desenvolvimento e produção. A esse respeito, a desatenção para essas infestantes “pode causar perdas de mais de 80%, dependendo do cultivar” (AGOSTINHO *et al.*, 2006, p. 34).

Por esse agravante, a demanda de herbicidas para o uso no controle de plantas invasoras vem aumentando na cultura do amendoim. A partir desse fato, o objetivo desse trabalho foi testar o uso de alguns herbicidas e sua resposta no desenvolvimento e produtividade da cultura do amendoim.

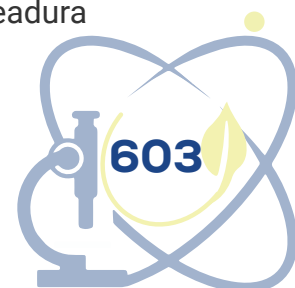
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade, da Universidade Federal do Cariri, Crato-CE, situando-se a 442 m de altitude, com latitude sul de 7° 14' 3,4" e longitude oeste de 39° 22' 7,6", em um solo classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, de relevo suave ondulado e textura franco-arenosa. A constituição química na camada de 0-20 cm foram: pH (1:2,5 H₂O): 6,0; P (melich⁻¹): 3,0 mg dm⁻³; K: 0,13 mmolc dm⁻³; Ca: 5 mmolc dm⁻³; Mg: 6 mmolc dm⁻³; CTC: 35,35 mmolc dm⁻³ e V (%): 53.

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, contendo seis tratamentos, com três repetições. Os tratamentos foram: 1 – Testemunha; 2 – Glifosato; 3 – S-Metolacloro; 4 – Trifluralina; 5 – Glifosato + S-Metolacloro, e 6 – Glifosato + Trifluralina. Cada parcela experimental continha quatro fileiras de amendoim espaçadas a 0,4 m, com quatro metros de comprimento, o que corresponde a uma área de 6,4 m².

O amendoim utilizado foi uma variedade crioula utilizada anualmente pelos agricultores do município de Crato-CE, cujas sementes são oriundas de cultivo anterior. A planta apresenta hábito de crescimento ereto e coloração das sementes avermelhadas.

O preparo do solo foi efetuado por meio de gradagem e a semeadura



foi realizada no dia 18/11/2021 por meio de uma semeadora manual do tipo matraca, com espaçamento entre fileiras de 40 cm e entre as covas de 30 cm, e sendo depositadas entre 2 e 3 sementes por cova.

O tratamento testemunha foi realizado sem controle da vegetação espontânea presente na área. Para os demais tratamentos, utilizou-se a dose recomendada na bula, a saber: Glifosato = 3 L ha⁻¹, S-Metolacoloro = 1,5 L ha⁻¹, Trifluralina = 1,2 L ha⁻¹. Todos os herbicidas foram diluídos em água, para ser aplicado uma calda de 200 L ha⁻¹, anteriormente à semeadura. Somente o tratamento de Trifluralina sozinha, realizou-se a incorporação do herbicida ao solo com enxada, pois este herbicida é recomendado em pré-plantio incorporado. Para os tratamentos com uso de dois herbicidas, a dose utilizada foi a metade da recomendada.

Após o plantio do amendoim, não foi realizado tratamentos culturais de manejo de plantas invasoras, e não foi necessário o controle de pragas e doenças.

A colheita do amendoim foi realizada aos 90 dias após a semeadura (DAS), colhendo apenas a área útil de cada parcela, composta pelas duas fileiras centrais com um metro de comprimento cada, totalizando uma área de 0,8 m².

As operações desde a semeadura até a colheita podem ser visualizadas na Figura 1.

Figura 1 – Ilustração das operações realizadas na cultura do amendoim, desde a semeadura até a colheita



Fonte: autoria própria (2022).

As variáveis analisadas foram a altura das plantas no momento da colheita, medida do solo até o ápice da planta com auxílio de uma trena; a população final de plantas, por meio da contagem das plantas na parcela útil, extrapolando o

resultado para plantas por hectare; o número de vagens por planta, por meio da relação entre o número de vagens pelo número de plantas contidas na parcela; a massa de vagens por planta, por meio da relação entre a massa de vagens pelo número de plantas contidas na parcela.

A massa por vagem foi determinada pela relação entre a massa total pelo número total de vagens; o número e massa de grãos por vagem pela relação entre o número e massa de grãos pelo número de vagens, respectivamente; a massa de 100 grãos, por meio da pesagem em balança de precisão semi-analítica de cem sementes de amendoim.

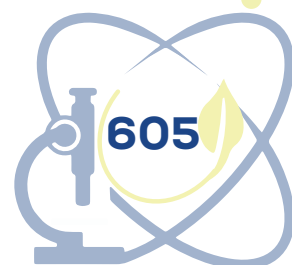
A produtividade de vagens e de grãos foram obtidas pela extrapolação dos valores de massa de grãos e de vagens obtidos na área útil da parcela experimental para quilogramas por hectare. O rendimento de grãos foi a relação entre a produtividade de grãos e de vagens, obtido em porcentagem. Todos os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do software estatístico Sisvar.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Rotineiramente é fácil encontrar agricultores que não obtêm informações a respeito da qualidade do produto escolhido para pulverização nas culturas implantadas em sua propriedade. Tal fato pode evidenciar o uso incorreto de herbicidas, acarretando controle ineficaz das plantas espontâneas e consequente redução na produtividade. Por essa razão, é importante a avaliação de alguns herbicidas e sua eficácia para a cultura do amendoim.

Dentre os herbicidas, o glifosato costuma ter a sua aplicação por pulverização, sendo assim, absorvido pela planta através das folhas. Este “atualmente representa 60% do mercado mundial de herbicidas não seletivos” (AMARANTE JUNIOR *et al.*, 2002, p. 589). A característica principal do uso desse produto é que nenhuma parte das plantas tratadas sobrevive, morrendo lentamente. Assim este processo dura poucas semanas.

Já a ação da Trifluralina foi, por muitos anos um dos herbicidas mais aplicados no controle de gramíneas. Quando sua utilização é feita pelo sistema convencional de semeadura, este produto é aplicado antes da semeadura para incorporação do solo, mas também pode ser utilizado em pré-emergência



sem incorporação, quando implantado em sistema de semeadura direta (MASCARENHAS *et al.*, 2008; CORREIA *et al.*, 2022).

Segundo Santos *et al.* (2021), a Trifluralina apresenta vantagens por controlar maior número de espécies invasoras, bem como baixo risco de aparecimento de genótipos resistentes, além do uso de menores doses garantirem maior segurança da cultura e menores custos. Porém, ressaltam a importância de verificar o efeito na cultura quando misturado com outros herbicidas, pois a mistura pode não ter compatibilidade física e biológica, podendo proporcionar menor desempenho.

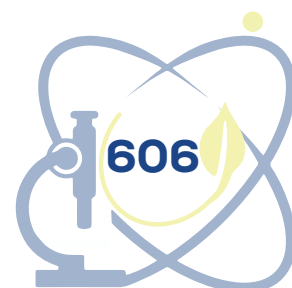
É relevante observar também, o efeito da aplicação do S-Metolaclopro que é utilizado para realizar o controle de plantas daninhas em várias culturas, tanto de maior porte como de menor (amendoim). Vale ressaltar que, sua forma de aplicação pode ser na pré e pós-mergulhagem da planta (MARQUES, 2017).

De acordo com Nunes e Vidal (2008) o uso da mistura de herbicidas dessecantes, como o glifosato, e herbicidas residuais, caso do S-Metolaclopro, pode afetar negativa ou positivamente o deslocamento do herbicida residual das plantas espontâneas para o solo, em função da interação entre o herbicida dessecante e a cobertura vegetal. Nota-se, ainda, que o herbicida dessecante pode alterar a composição microbiana, elevando a atividade no solo, podendo reduzir ou aumentar a degradação dos herbicidas residuais.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados estão apresentados para grupos de variáveis, nas quais médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verifica-se na Tabela 1 que apenas o tratamento testemunha obteve menores médias de altura de plantas, não diferindo do tratamento com uso de glifosato isoladamente. Esta redução na altura da planta está atrelada a maior competição entre a cultura do amendoim e as plantas espontâneas presentes na área, conforme observado por Rodrigues *et al.* (2018) constatou que pela ocorrência de altos níveis de competição entre a cultura de amendoim e as plantas espontâneas, obteve resultados de produção e altura de plantas inferiores aos demais tratamentos com algum controle da vegetação.



Nota-se também que a população final de plantas não foi afetada pelos tratamentos, com uma média geral de 236.629 plantas por hectare (Tabela 1).

Para o número de vagens por planta e massa de vagens por planta, verifica-se na Tabela 1 que a testemunha obteve os menores resultados, com apenas 6,3 vagens por planta e massa de 5,7 g. Em contrapartida, os melhores resultados foram com o uso da mistura de Glifosato e Trifluralina, com acréscimo de 107,9% e de 170,2% para número de vagens e massa de vagens por planta, respectivamente, em relação à testemunha.

Tabela 1 – Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis altura da planta (Altura), população final (Pop_Final), número de vagens por planta (NV/P) e massa de vagens por planta (MV/P)

Fontes de Variação	G.	Quadrados Médios			
		Altura	Pop_Final	NV/P	MV/P
Bloco	2	988,388	1742469550	12,371	19,353
Tratamento	5	70,355 **	1603035280 ^{NS}	15,857 *	29,777 **
Resíduo	10	10,855	837155382	2,915	1,588
Total	17	-	-	-	-
CV(%)		8,96	12,23	17,55	12,24
Média Geral		36,8 cm	236.629	9,7 vagens	10,3 g
Teste de Médias de Tukey (p<0,05)					
Tratamentos		Altura cm	Pop_Final pl ha ⁻¹	NV/P unidade	MV/P g
Testemunha		27,7 b	205.555 a	6,3 b	5,7 c
Glifosato		35,7 ab	226.288 a	9,6 ab	9,9 b
S-Metolacoloro		39,3 a	268.380 a	8,4 ab	9,2 bc
Trifluralina		37,3 a	256.114 a	10,6 ab	10,3 b
Glifosato +S-Metolacoloro		41,0 a	240.615 a	10,4 ab	11,3 b
Glifosato + Trifluralina		39,7 a	222.222 a	13,1 a	15,4 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); NS: não significativo; CV%: coeficiente de variação.

Fonte: autoria própria (2022).

Na Tabela 2, observa-se que a massa por vagem, o número de grãos por vagem e a massa de grãos por vagem não se obteve diferença significativa entre os tratamentos, possivelmente por serem características intrínsecas do material utilizado, com menor interferência do ambiente.

Para a massa de cem grãos, nota-se resultados inferiores para a testemunha, mais uma vez reflexo da maior competição com as plantas espontâneas por água, luz e nutrientes, reduzindo a massa dos grãos de amendoim (Tabela 2).

Tabela 2 – Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis massa por vagem (M/V), número de grãos por vagem (NG/V), massa de grãos por vagem (MG/V) e massa de 100 grãos (M100G)

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios			
		M/V	NG/V	MG/V	M100G
Bloco	2	0,0605	0,2086	0,0489	44,5575
Tratamento	5	0,0239 ^{NS}	0,1551 ^{NS}	0,0219 ^{NS}	18,6229 *
Resíduo	10	0,0099	0,0586	0,0099	3,3270
Total	17	-	-	-	-
CV(%)		9,48	16,35	16,33	4,42
Média Geral		1,05 g	1,48 grãos	0,61 g	41,3 g
Teste de Médias de Tukey (p<0,05)					
Tratamentos		M/V	NG/V	MG/V	M100G
		g	unidade	g	g
Testemunha		0,95 a	1,57 a	0,59 a	37,3 b
Glifosato		1,00 a	1,21 a	0,54 a	44,4 a
S-Metolacoloro		1,10 a	1,63 a	0,68 a	42,6 a
Trifluralina		0,98 a	1,18 a	0,50 a	41,8 ab
Glifosato +S-Metolacoloro		1,09 a	1,59 a	0,63 a	39,5 ab
Glifosato + Trifluralina		1,18 a	1,71 a	0,72 a	42,1 ab

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); NS: não significativo; CV%: coeficiente de variação.

Fonte: autoria própria (2022).

Verifica-se na Tabela 3 que o rendimento de grãos foi igual estatisticamente entre os tratamentos, com valor médio de 57,59%.

Ainda se tratando da Tabela 3 é possível observar que tanto a produtividade

de vagem (PV) quanto a produtividade de grãos (PG) apresentaram melhores resultados no tratamento de Glifosato + Trifluralina, apresentando 701 g e 544 g de diferença respectivamente.

Desta forma, conforme verificado por Nunes e Vidal (2008), o glifosato não favoreceu o efeito residual do S-Metolacoloro, onde a produtividade puro ou em mistura ao glifosato foi similar estatisticamente, com aproximadamente 1500 kg ha⁻¹ de grãos de amendoim.

Tabela 3 – Síntese da análise de variância e do teste de médias para as variáveis rendimento de grãos (RG), produtividade de vagens (PV) e produtividade de grãos (PG)

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios		
		RG	PV	PG
Bloco	2	144,6465	853960	324803
Tratamento	5	72,9717 NS	1727780 **	652697 **
Resíduo	10	20,1727	55968	12213
Total	17	-	-	-
CV(%)		7,80	9,82	8,02
Média Geral		57,59 %	2.410 kg ha ⁻¹	1.377 kg ha ⁻¹
Teste de Médias de Tukey (p<0,05)				
Tratamentos		RG %	PV kg ha ⁻¹	PG kg ha ⁻¹
Testemunha		61,6 a	1.133 c	689 d
Glifosato		53,6 a	2.095 b	1.125 c
S-Metolacoloro		62,2 a	2.498 b	1.539 b
Trifluralina		50,0 a	2.599 b	1.307 bc
Glifosato +S-Metolacoloro		57,2 a	2.716 b	1.522 b
Glifosato + Trifluralina		60,9 a	3.417 a	2.083 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **: significativo (P<0,01); *: significativo (P<0,05); NS: não significativo; CV%: coeficiente de variação.

Fonte: autoria própria (2022).

Todavia, o glifosato favoreceu o poder residual da Trifluralina, maximizando sua eficiência no controle de plantas espontâneas, e proporcionando um acréscimo na produtividade de 59,4% em relação ao uso individual de trifluralina.

O uso de apenas Glifosato, enquanto herbicida disseccante, promoveu um controle inicial, porém a retomada de infestação das plantas daninhas provocou redução na produtividade, com valores superiores apenas a testemunha.

5 CONCLUSÕES

Diante do exposto, pode-se concluir que o uso dos herbicidas afetou diretamente a produção quando comparado a testemunha que não recebeu nenhum tratamento. A mistura de glifosato favoreceu a ação da Trifluralina, porém não influenciou no S-Metolaclo, enquanto seu uso isoladamente teve pouco efeito na produtividade da cultura do amendoim.

Desta forma, o uso de Glifosato como herbicida disseccante e de Trifluralina como residual proporcionam melhor desenvolvimento das plantas de amendoim, bem como maior produtividade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal do Cariri, a todos do Grupo de Pesquisa e Extensão Rural no Semiárido (GPERS) e a todos os funcionários do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade, em especial ao João Victor e Juvenal que sempre estão conosco, nos ajudando no trabalho em campo.

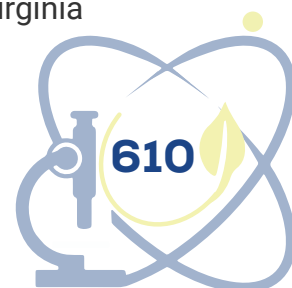
REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, F. H. *et al.* The effect of cultivar on critical periods of weed control in peanuts. **Peanut Science**, [s. l.], v. 33, n. 1, p. 29-35, 2006. Disponível em: <https://meridian.allenpress.com/peanut-science/article/33/1/29/108210>. Acesso em: 26 ago. 2022.

AMARANTE JUNIOR, O. P. de *et al.* Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, [s. l.], v. 25, p. 589-593, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/Z9DJG6fy8ZQR79ch8cdxwVP/?lang=pt>. Acesso em: 26 ago. 2022.

CORREIA, N. M.; REZENDE, P. M. de. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da soja. **Lavras**: Editora UFLA, 2002. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/herb/MANEJO%20INTEGRADO%20DE%20PLANTAS%20DANINHAS%20NA%20soja.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2022.

HEID, D. M. *et al.* Produtividade agrônômica de genótipos de amendoim Virginia



cultivados com diferentes espaçamentos entre fileiras no canteiro. **Revista de Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 39, n. 1, p. 105-113, 2016. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/16359>. Acesso em: 27 ago. 2022.

LIMA, P. L. T. *et al.* Doses e frequência de trifluralina como inibidor de intrusão radicular no gotejamento enterrado em lavoura cafeeira. **IRRIGA**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 25-34, 2014. Disponível em: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/268>. Acesso em: 25 ago. 2022.

LUVEZUTI, R. A. *et al.* Eficácia de herbicidas no controle de plantas daninhas e seletividade na cultura do amendoim Runner IAC 886. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 207-215, 2014. Disponível em: <http://rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/290>. Acesso em: 25 ago. 2022.

MARQUES, R. F. **Períodos de interferência de plantas daninhas e seletividade a herbicidas em canola, niger e cártamo**. 2017. 79 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/472>. Acesso em: 27 ago. 2022.

MASCARENHAS, R. E. B; COBUCCI, T. **Controle de plantas daninhas na cultura do arroz de terra firme**. 2008. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/573608/1/Controledeplantas.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2022.

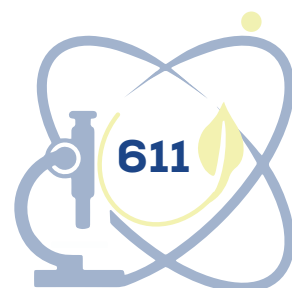
NUNES, A. L.; VIDAL, R. A. Persistência do herbicida S-metolachlor associado ao glyphosate ou paraquat em plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 2, jun 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/54nmMbcYZg5J3Q7gyZccR9m/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 25 ago. 2022.

PEIXOTO, M. de F. da S. P. *et al.* Herbicidas alachlor, pendimethalin e trifluralin na nodulação e crescimento inicial de plantas de amendoim. **Revista Brasileira de Herbicidas**, [s. l.], v. 3, n. 2-3, p. 139-144, dez. 2002. ISSN 2236-1065. Disponível em: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/386>. Acesso em: 25 ago. 2022.

RODRIGUES, E. V. *et al.* Eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas no cultivo do amendoim (*Arachis hypogea* L.). **Acta Iguazu**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 95-105. Disponível em: <https://saber.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/16690>. Acesso em: 26 ago. 2022.

SANTOS, C. M. Potencial inibidor de trifluralin na micorrização e desenvolvimento de plantas - uma revisão de literatura. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 22122-221330, 2021. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/25755/20469>. Acesso em: 15 ago. 2022.

YAMAUTI, M. S. *et al.* Adubação e o período anterior à interferência das plantas daninhas na cultura do amendoim. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, p. 1031-1039, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/RkWDscRB6JVVqRbhwxtdLty/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 25 ago. 2022.



ALTERNATIVA DE FECHO MOSQUETÃO COM IMPRESSÃO 3D

Liryan Samira Silva Pereira¹

Joyce Fernandes Frutuoso²

Luiz Gustavo Menezes Morgado³

Marcus Vinicius Almeida Menezes⁴

Yitzhak Yoel Valladares Núñez⁵

Maria Eduarda Soares Carvalho⁶

Nazareno Mateus de Sousa⁷

Wellen Monteiro Macedo⁸

Maria Gabriela Leite de Sousa⁹

Deborah Verniz¹⁰

Cristine Marinho Uchoa Lopes¹¹

Thiago Bessa Pontes¹²

Deborah Macedo dos Santos¹³

¹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), liryan.samira@aluno.ufca.edu.br

² Universidade Federal do Cariri (UFCA), Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), joyce.frutuoso@aluno.ufca.edu.br

³ Universidade Federal do Cariri (UFCA), Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), luiz.morgado@aluno.ufca.edu.br

⁴ Universidade Federal do Cariri (UFCA), marcus.almeida@aluno.ufca.edu.br

⁵ Universidade Federal do Cariri (UFCA), yitzhak.valladres@aluno.ufca.edu.br

⁶ Universidade Federal do Cariri (UFCA), maria.eduarda@aluno.ufca.edu.br

⁷ Universidade Federal do Cariri (UFCA), nazareno.mateus@aluno.ufca.edu.br

⁸ Universidade Federal do Cariri (UFCA), wellen.monteiro@aluno.ufca.edu.br

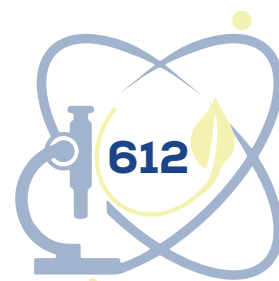
⁹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), gabriela.leite@aluno.ufca.br

¹⁰ University of Missouri, vernizd@missouri.edu

¹¹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), cristiane.marinho@ufca.edu.br

¹² Universidade Federal do Cariri (UFCA), thiago.bessa@ufca.edu.br

¹³ Universidade Federal do Cariri (UFCA), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), deborah.santos@ufca.edu.br



RESUMO

O fecho mosquetão é uma peça em formato de gancho originalmente usada na segurança da prática do montanhismo, entretanto uma área que também a utiliza constantemente é a indústria da moda, em roupas, joias ou acessórios devido à sua possibilidade de ter um variado formato, mudando de acordo com o seu propósito. Entendendo que a prática crescente da modelagem e impressão 3D adentra cada vez mais áreas da indústria comercial, desde o mundo da moda até a produção em escala de produtos desde mochilas a acessórios, este artigo objetiva explorar a criação de uma alternativa ao mosquetão original de metal, feito com a fabricação digital através do software Rhinoceros e impressa pelo formato FDM. A pesquisa também faz uso do desenvolvimento experimental para chegar a uma peça única de design simples, polindo pelo estudo das falhas e obtendo um mosquetão resistente e prático que atente ao mesmo funcionamento da peça original utilizada em acessórios e objetos.

Palavras-chave: mosquetão; impressão 3D; fabricação digital; design de produto.

ABSTRACT

The carabiner clasp is a hook shaped piece originally used for safety of the practice of mountaineering, however an area that also uses it constantly is the fashion industry, in clothing, jewelry or accessories due to its possibility of having a variety of shapes, changing according to its purpose. Understanding that the growing practice of 3D modeling and printing is increasingly entering areas of the commercial industry, from the fashion world to the scale production of products from backpacks to accessories, this article aims to explore the creation of an alternative to the original metal carabiner, made with digital fabrication using the Rhinoceros software and printed in FDM format. The research also makes use of experimental development to arrive at a single piece of simple design, polishing it by studying the flaws and obtaining a resistant and practical carabiner that meets the same operation as the original one used in accessories and objects.

Keywords: carabiner; 3D modeling; digital fabrication; product design.

1 INTRODUÇÃO

Tendo sua origem datada nos anos da revolução industrial, onde era utilizado um gancho por soldados alemães para prender a bandoleira à carabina, o primeiro mosquetão de ferro feito para o montanhismo foi criado por Otto Herzog em 1910 (DICKSON, 2013), se tornando uma peça essencial para garantir

a segurança do alpinista e impedir a sua queda de grandes alturas.

Levando em conta que o fecho mosquetão é utilizado hoje em dia não apenas em atividades esportivas, mas também em diversos campos como chaveiros, prendedores e acessórios, o quesito de resistência nem sempre é altamente necessário, visto que não será mais uma peça cujo dever é suportar grandes pesos e pessoas. Por isso, a substituição da função e do material abre um leque de possibilidades para novas fabricações de fechos desse tipo, assim como mostrados na Figura 1 e 2.

Figura 1 – Fecho mosquetão tipo lagosta



Fonte: Armarinho São José ([20-a]).

Figura 2 – Fecho mosquetão tipo A61



Fonte: Armarinho São José ([20-b]).

A fabricação digital vem crescendo e tomando mais espaço no mercado, além de impactar imensamente a área de prototipagem trazendo inovações nunca antes vistas tais como a fabricação direta e imediata, e possibilita também a criação de formas que seriam impossíveis com tecnologias antigas, usando diversos tipos de materiais (DÍAZ, 2016).

Visto isso, este artigo tem como objetivo propor uma alternativa de mosquetão criado através da Fabricação Digital, com um estudo de design através do software de modelagem 3D Rhinoceros. O artigo discorre sobre o desafio proposto em projetar uma Figura geométrica única e flexível com um único material.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 Referencial bibliográfico

A descrição mais correta para o mosquetão poderia ser que ela é um equipamento multifuncional; um conector em forma de elo, em aço ou duralumínio, que se abre e se fecha automaticamente através de uma mola interna e possui uma parte móvel, denominada “gatilho” (RODRIGUES, 2012). Por isso entende-se que o sistema de gatilho e fechamento automático são requisitos característicos na criação de um mosquetão, junto da sua resistência e durabilidade.

Segundo Vines e Hudson (2016), mosquetões são conectores de metal que ligam os elementos de um sistema de alto ângulo, e as partes básicas de um mosquetão são a espinha, a dobradiça, o gatilho, o nariz e a trava, e esses elementos se repetem mesmo que o formato da peça se diferencie.

Mosquetões são manufaturados em uma vasta variedade de formatos e usualmente são desenhados para usos específicos. Eles originalmente foram desenhados como uma simples forma oval. Quando um mosquetão oval é colocado sobre peso, o estresse é o mesmo em ambos os lados, igualmente na curva e no gatilho (VINES; HUDSON, 2016, p. 63).

Por isso é necessário um bom entendimento sobre sua estrutura, visto que ele por inteiro deve apresentar segurança para suas áreas mais sensíveis tal como diversos fatores propensos a acidentes caso não seja projetado de maneira consciente.

Saindo do cenário do montanhismo, o mosquetão também tem uma aparição constante no mundo da moda e de acessórios sendo usado pela indústria *fashion* para joias, roupas e objetos diversos, sendo usado como acabamento e

tendo variados formatos e podendo até mesmo indicar a marca do cliente ou os quilates de ouro do produto (ROSETTI, 2011). Por não precisar mais sustentar o peso de um ser humano, o elemento resistência se mostra menos urgente, e agora é preciso prestar atenção na quantidade de vezes que a peça aguenta ser utilizada.

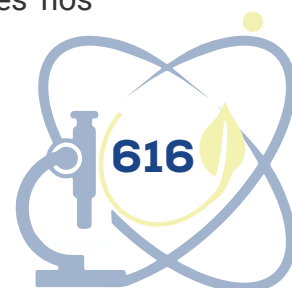
Piperi (2016) aponta que a indústria da moda vem cada vez mais buscando integrar o uso da fabricação digital e impressão 3D nas roupas e acessórios, sendo um dos mercados mais rápidos a crescer nesse ramo com diversos estilistas e companhias experimentando desde joias impressas digitalmente até o uso potencial do 3D em roupas ou acessórios. Com isso, é comum o surgimento de cada vez mais peças sendo substituídas por versões feitas por fabricação digital.

A fabricação digital é a prática de juntar tecnologias para materializar um objeto criado de maneira virtual através de computadores e softwares. Atualmente, esse processo, considerado rápido, é realizado com o auxílio de ferramentas computacionais desde a etapa de modelagem até a própria produção, como design generativo a partir de projetos de desenho algorítmico (SANTOS; PONTES; LEITÃO, 2019; DÍAZ, 2016).

Com isso, a primeira etapa foi definir o material e o meio de produção. O material definido foi o ABS (Acrilonitrilo-butadieno-estireno), e a peça seria feita através da impressão 3D por FDM (*Fused Deposition Modeling*).

O FDM é um processo de impressão 3D desenvolvido pela Scott Crump, e depois implementado pela Stratasys Ltd., nos anos 80. Assim ele utiliza materiais plásticos térmicos de qualidade de produção para imprimir objetos 3D. FDM é um dos tipos de impressão 3D que usa termoplásticos adequados para produção, portanto, os itens impressos têm excelentes atributos mecânicos, térmicos e químicos (PAIVA *et al.*, 2021; CARDOSO, 2018, s/p).

A partir dessa prática, juntamente com a facilidade de acesso e compartilhamento de informações na internet, surgiram diversos bancos de modelagem que disponibilizam projetos autorais em uso livre ou pago na internet. O site “*Thingiverse*” é um dos maiores repositórios de designs tridimensionais, com atribuição de direitos autorais para o compartilhamento e utilização gratuita de projeto, assim como a possibilidade de transições e implementações nos



projetos já existentes.

Essa troca de informações cria uma ponte importante entre os pesquisadores ao redor do mundo, além de fortalecer o laço entre os mundos digital e físico e aumentar a venda de impressoras 3D (WEST; KUK, 2016).

Um banco como esse se torna uma das maiores fontes de referências para novos projetos, possibilitando a análise de modelos já existentes do objetivo proposto e o entendimento das diferentes formas que um objeto pode transacionar da sua versão original para um modelo impresso, pois como diz Morgado (2021) a prototipagem rápida e a fabricação digital permitiram a discussão do conceito uma customização em massa, assim como produzir rapidamente novas ideias.

2.2 METODOLOGIA

A metodologia escolhida para proceder o projeto foi a de desenvolvimento experimental estudada no Manual de Frascati, que diz: “O desenvolvimento experimental consiste em trabalhos sistemáticos com base em conhecimentos existentes obtidos pela pesquisa ou experiência prática, para lançar a fabricação de novos materiais, produtos ou dispositivos, para estabelecer novos procedimentos, sistemas e serviços ou para melhorar os já existentes em P&D” (ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECÔNOMICO, 2013).

A partir disso, a primeira etapa foi buscar referências já existentes no repositório de modelos 3D – Thingiverse, procurando entender como era o funcionamento dos mesmos e a adaptação de uma peça inicialmente feita de aço para um material completamente diferente. Foram encontrados 2 modelos similares para estudos de referências. Observando um modelo específico encontrado no repositório (Figura 3), foi possível notar que mesmo sendo uma peça única e sem molas, ele atendia ao requisito de fecho mosquetão através de um simples corte em sua estrutura.

Figura 3 – Carabiner/Mosquetão feito por Walter



Fonte: Thingiverse ([20-]).

Esse princípio foi usado como ponto de partida para começar a criação de um novo mosquetão através do software de prototipagem virtual Rhinoceros. Inicialmente foram feitos modelos de teste para entender o funcionamento do corte e da curvatura de abertura, assim como a resistência do material.

Figura 4 – Protótipo 1



Fonte: autoria própria.

O primeiro protótipo Físico (Figura 4) apresentou as falhas de encaixe, flexibilidade e resistência. Observando estas falhas do protótipo, foi feita uma nova análise acerca da fenda para entender como o seu formato se relacionava à maleabilidade do material, pois o objetivo era transformar o ABS, um material

sólido e rígido, em algo flexível para simular o efeito de mola.

Figura 5 – Protótipo 2



Fonte: autoria própria.

Com o segundo protótipo (Figura 5), já se tinha um entendimento melhor acerca do formato do corte e do encaixe, porém o formato ainda apresentava dificuldades na utilidade visto que seu encaixe dificultava a entrada do fecho em outras estruturas.

Figura 6 – Protótipo 3



Fonte: autoria própria.

Buscando melhorar o refinamento da peça, na Figura 6 foi feito um polimento nas formas para simular sua qualidade e resistência num parâmetro final, encerrando a etapa de estudo e entendimento da peça para assim partir para um novo desenvolvimento com abordagem mais técnica e ergonômica.

Figura 7 – Protótipo 4



Fonte: autoria própria.

Utilizando formas geométricas e calculadas para o desenho da peça, o quarto protótipo (Figura 7) mostra grande diferença entre os anteriores, possuindo um design mais polido e funcional, utilizando-se de uma porção vazia próximo ao feixe para criar flexibilidade no material que é rígido, e adicionando um encaixe para correntes para abrir mais o leque de uso do mosquetão.

Figura 8 – Protótipo 5



Fonte: autoria própria.

Fazendo melhorias na geometria da peça para aumentar a angulação de abertura, notou-se que o corte do encaixe fragilizava uma das estruturas da peça, então mais uma mudança foi feita no projeto e mais um protótipo foi executado (Figura 8), visando corrigir a fragilidade da peça, mantendo sua flexibilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A versão final do mosquetão (Figura 9) atendeu aos requisitos de resistência, flexibilidade e utilidade, além de ser inteiramente feito com impressão 3D em uma peça única de rápida impressão, se mostrando satisfatória para os objetivos propostos no começo da pesquisa.

Figura 9 – Protótipo 6



Fonte: autoria própria.

Podendo ser impresso num tamanho a partir de 3cm de altura para outros tamanhos variados, o mosquetão se tornou uma peça confortável e pensada para usos cotidianos, chegando a ser utilizado como peça para seguradores de máscaras ou prendedores para chaveiros.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do estudo notou-se que mesmo não se equiparando à resistência e força do mosquetão original, é possível fabricar um mosquetão que atende ao mesmo objetivo básico de gancho e gatilho, apresentando um design simples e prático que aproveita o material inicialmente rígido para produzir uma flexibilidade proporcionada pelo corte.

Entrando mais a fundo no estudo do design do mosquetão, entendendo as propriedades físicas e geométricas do seu funcionamento, as possibilidades de criação são inúmeras, afinal a fabricação digital proporciona a mesma variabilidade de formatos e aparências que o material original, tendo a vantagem de sua fabricação simplificada e de maior acesso a qualquer um que disponha de equipamentos e o estudo necessário.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à UFCA e FUNCAP pelo apoio à pesquisa e ao conhecimento, tendo ofertado o programa de Iniciação Científica para fomentar a pesquisa, assim como pelo Edital 07/2021 AUXÍLIO PARA APOIO A PROJETOS DE GRUPOS DE PESQUISAS que nos possibilitou a compra de insumos essenciais para o desenvolvimento da pesquisa, e também ao grupo de pesquisa CODE (Computation and Design) por acompanhar todos os passos desse projeto desde o começo e proporcionar tanto aprendizado e conhecimento.

REFERÊNCIAS

ARMARINHO SÃO JOSÉ. **Fecho Lagosta 12mm com 10 Und.** [20--a]. Disponível em: <https://www.armarinhosaojose.com.br/fecho-lagosta-12mm-com-10-und.96796.html>. Acesso em: 12 jul. 2022.

ARMARINHO SÃO JOSÉ. **Fecho Mosquetão A61-32 15mm com 10 Und.** [20--b]. Disponível em: <https://www.armarinhosaojose.com.br/fecho-lagosta-12mm-com-10-und.96796.html>. Acesso em: 12 jul. 2022.

DICKSON, T. G. **Effect of ability, ascent style, and route type on psychological and physiological markers in rock climbing.** 2013. Disponível em: <https://ir.canterbury.ac.nz/handle/10092/9444>. Acesso em: 12 jul. 2022.

DOS PRAZERES RODRIGUES, R. C. *et al.* Mosquetões HMS: um estudo comparativo de Usabilidade. **Cadernos UniFOA**, Volta Redonda, v. 9, n. 1 (Esp.), p. 67-81, 2017. Disponível em: <https://revistas.unifoa.edu.br/cadernos/article/view/1113>. Acesso em: 12 jul. 2022.



MORGADO, L. *et al.* Hefesto: Soluções de acessibilidade para uso de equipamentos laboratoriais. *In: CONGRESSO DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO, 2.*, 2021, Juazeiro do Norte. **Anais [...]** Juazeiro do Norte: UFCA, 2021. Disponível em: <https://sci01-ter-jne.ufca.edu.br/cppgi/anais?id=8>. Acesso em: 12 jul. 2022.

PAIVA, T. N.; NOGUEIRA, C. C. Estudo Comparativo Das Principais Tecnologias De Impressão 3D No Brasil. **Facit Business and Technology Journal**, [s. l.], v. 1, n. 24, 2021. Disponível em: <http://revistas.faculdefacit.edu.br/index.php/JNT/article/view/901/634>. Acesso em: 12 jul. 2022.

PIPERI, E. *et al.* From 3D scanning to 3D printing: Application in fashion industry. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF TEXTILE, 7.*, 2016, Tirana. **Anais [...]**. Tirana: [s. l.], 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Erald-Piperi/publication/310449820_From_3D_scanning_to_3D_printing_Application_in_fashion_industry/links/5833305808ae138f1c0a9b75/From-3D-scanning-to-3D-printing-Application-infashion-industry.pdf. Acesso em: 12 jul. 2022.

ROSETTI, E. **Desenhando Joias com Rhinoceros**. 2. ed. São Paulo: Editora Leon, 2011.

SANTOS, D. M.; PONTES, T. B.; LEITÃO, A. M. Generative Design in textual and visual programming languages. *In: LIMA, F.; BORGES, M.; COSTA, F. R.* (ed.). **Digital Techniques Applied to Design Process**. [S. l.]: UFJF, 2019. p. 59-82. ISBN 978-85-93128-35-6. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335377376_Generative_Design_in_Textual_and_Visual_Programming_Languages. Acesso em: 12 jul. 2022.

SCOTT, V. **Design of a composite carabiner for rock climbing Final Report**. Allen Institute for AI: London, UK, 2008.

THINGIVERSE. **Carabiner**. [20-]. Disponível em: <https://www.armarinhosaojose.com.br/fecho-lagosta-12mm-com-10-und.96796.html>. Acesso em: 12 jul. 2022.

TORREBLANCA DÍAZ, D. *et al.* **Tecnologías de Fabricación Digital Aditiva, ventajas para la construcción de modelos, prototipos y series cortas en el proceso de diseño de productos**. 2016. Disponível em: <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/7509>. Acesso em: 12 jul. 2022.

VINES, T.; HUDSON, S. **High angle rescue techniques**. [S. l.]: Jones & Bartlett, 2004. Disponível em: https://www.google.com.br/books/edition/High_Angle_Rope_Rescue_Techniques/FIAmBgAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=0. Acesso em: 12 jul. 2022.

WEST, J.; KUK, G. The complementarity of openness: How MakerBot leveraged Thingiverse in 3D printing. **Technological Forecasting and Social Change**, [s. l.], v. 102, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162515002449>. Acesso em: 12 jul. 2022.



ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO (*OCIMUM BASILICUM*) COMO DEFENSIVO NATURAL

Daniele Cruz Coelho¹

Bruno Sampaio de Medeiros²

Eduardo Oliveira Nascimento³

Francisco Wilson Dias Souza⁴

Silvério de Paiva Freitas Junior⁵

Janailton Coutinho⁶

Allana Kellen Lima Santos Pereira⁷

RESUMO

A cultura do feijão-caupi foi escolhida para benefício da aplicação em campo, por se tratar de uma das cultivares mais populares da região. Foram plantadas duas cultivares do feijão-caupi em 4 (quatro) blocos distintos com 18 (dezoito) fileiras contendo 20 (vinte) sementes por fileira de cada cultivar plantada. Estas foram previamente selecionadas e separadas para seguir o sorteio, de forma casualizada evitando com que um determinado tratamento fosse favorecido ou desfavorecido. O espaçamento foi de 50 cm entre plantas e 1m entre fileiras. No qual para foi aplicado protocolo agrônômico de plantio e avaliação em campo, e posteriormente submetido à aplicação dos óleos para avaliação de controle e combate de pragas do feijoeiro como a *Diabrotica speciosa* e o *Aphis rumicis*.

¹ Programa de Educação Tutorial (PET) do Curso de Agronomia da Universidade Federal do Cariri (UFCA), daniele.cruz@aluno.ufca.edu.br

² Universidade Federal do Cariri (UFCA), bruno.sampaio@aluno.ufca.edu.br

³ Programa de Educação Tutorial (PET) do Curso de Agronomia da Universidade Federal do Cariri (UFCA), eduardo.oliveira@aluno.ufca.edu.br

⁴ Programa de Educação Tutorial (PET) do Curso de Agronomia da Universidade Federal do Cariri (UFCA), wilson.dias@aluno.ufca.edu.br

⁵ Universidade Federal do Cariri (UFCA), silverio.freitas@ufca.edu.br

⁶ Programa de Educação Tutorial (PET) do Curso de Agronomia da Universidade Federal do Cariri (UFCA), janailton.coutinho@ufca.edu.br

⁷ Universidade Federal do Cariri (UFCA), allana.lima@ufca.edu.br



O presente trabalho tem como objetivo estudar óleos essenciais de plantas medicinais para fins de aplicação e formulação de biodefensivos agrícolas, visando atender a demanda dos agricultores familiares de produção orgânica e agroecológica do Cariri cearense.

Palavras-chave: óleos essenciais; biodefensivos; feijão-caupi.

ABSTRACT

The cowpea crop was chosen for the benefit of field application, as it is one of the most popular cultivars in the region. Two cowpea cultivars were planted in 4 (four) distinct blocks with 18 (eighteen) rows containing 20 (twenty) seeds per row of each cultivar planted. These were previously selected and separated to follow the draw, in a random way, preventing a particular treatment from being favored or disadvantaged. The spacing was 50 cm between plants and 1 m between rows. In which an agronomic protocol of planting and evaluation in the field was applied, and later submitted to the application of oils for evaluation of control and combat of bean pests such as *Diabrotica speciosa* and the *Aphis rumicis*. The present work aims to study essential oils from medicinal plants for the purpose of application and formulation of agricultural pesticides, aiming to meet the demand of family farmers of organic and agroecological production in Cariri Ceará.

Keywords: essential oils; biodefensives; cowpea.

1 INTRODUÇÃO

As problemáticas causadas pelo uso excessivo de produtos químicos e a relação destes com a saúde humana no cenário contemporâneo levaram ao homem indagar sobre alternativas ao manejo químico tradicional de pragas, um reflexo disto são os diversos estudos recentes que buscam avaliar a aplicação de diferentes extratos vegetais para o controle de pragas e vetores de doenças, dentre as vertentes estudadas, destaca-se o emprego de óleos essenciais (OE). Sendo estes aplicados de diferentes métodos, que variam de contato tópico ou residual, fumigação e ingestão direta (FOUAD; CAMARA, 2017).

Os EO são substâncias complexas potencialmente voláteis cuja origem resulta do metabolismo secundário de espécies aromáticas, podem ser obtidos de diferentes estruturas vegetais, através de métodos de extração. Alguns autores definem óleo essencial como o produto obtido através de processos



de destilação, hidrodestilação ou destilação por arrastamento de vapor, de uma planta ou de seus frutos e sementes, ou até mesmo de um processo mecânico (FIGUEIREDO; PEDRO; BARROSO, 2014).

Os terpenóides, fenilpropanonas, ésteres e álcoois podem ser encontrados nos óleos essenciais, porém, a composição química desses é variável, podendo sofrer variações até mesmo em plantas da mesma espécie uma vez que fatores externos como as características edafoclimáticas e horário de colheita interferem na composição dos óleos, assim como a região de origem, metodologia empregada para a extração e o solvente a ser utilizado (NASCIMENTO; PRADE, 2020; ALMEIDA *et al.*, 2020; BARROS, 2014).

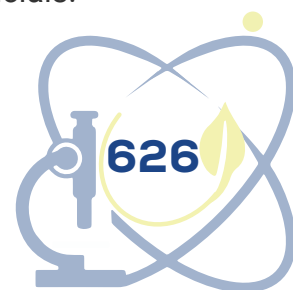
Em condições naturais, os OE produzidos pelas plantas são utilizados como defesa ao ataque de insetos e demais microrganismos além de atuar atraindo os respectivos polinizadores para que ocorra a correta disseminação da espécie (ALMEIDA *et al.*, 2020). Hoje em dia essas substâncias ganharam relevância nos setores industriais e farmacológicos.

Diante do exposto, o presente estudo tem por objetivo contribuir com a avaliação do potencial de bioatividade do OE da planta medicinal *Ocimum basilicum* como biodefensivo no controle e combate populacional da vaquinha (*Diabrotica speciosa*) e do pulgão preto (*Aphis rumicis*) na cultura do feijão-caupi.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo se caracteriza por uma análise quantitativa. O experimento foi realizado no Laboratório Interdisciplinar de Produtos Naturais (LIPN) no Campus do Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB) pertencente à Universidade Federal do Cariri (UFCA). Anterior a isto foram feitos estudos de revisão bibliográfica para escolha das plantas com potencial de ação para uso como biodefensivo agrícola, durante o período de isolamento devido à pandemia da Covid-19.

Em fevereiro de 2022 deu-se o início do transplante das plantas que iriam ser usadas para extração dos óleos essenciais, para baldes maiores, onde pode ser monitorado seu crescimento e feito manejo de adubação orgânica sem adição de aditivos químicos e posteriormente a extração dos óleos essenciais.



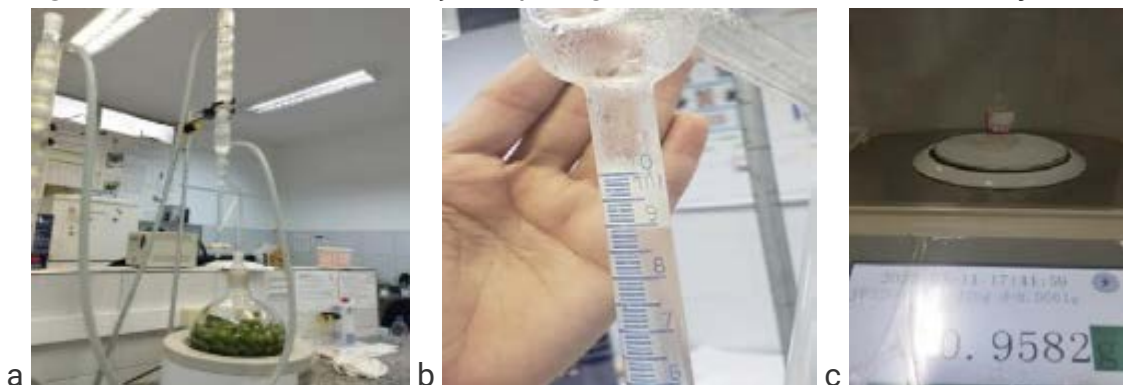
Para extração do óleo essencial (OE) de *Ocimum basilicum* (Manjericão), foi preciso dividir em duas extrações. Inicialmente foram separados os galhos e caule das folhas da planta de Manjericão (Figura 1), onde foi pesada e colocada dentro do balão de 5 L do aparelho de hidrodestilação do tipo Clevenger onde seguiu para primeira extração de OE: foram utilizados 140 g (cento e quarenta gramas) de folha de manjericão em 2,8 L (dois litros e oitocentos mililitros) de água destilada no balão do hidrodestilador e durou cerca de 2h (horas), (Figura 2). Sendo obtido 0,9723 g de OE. Na segunda extração foram utilizados cerca de 82,3 g (oitenta e dois vírgula três gramas) em 2 L (dois litros) de água destilada. Após a extração ambos OEs seguiram para o envasamento sendo etiquetado e armazenado em local refrigerado (congelador) no LIPN do CCAB/UFCA.

Figura 1 – Plantas de manjericão cultivadas em baldes, separação das folhas de manjericão para extração de óleo essencial



Fonte: autoria própria (2022).

Figura 2 – Processo de extração e pesagem do óleo essencial de manjeriço



Fonte: autoria própria (2022).

Seguindo o cronograma de pesquisa, foi feita a divisão dos blocos que iriam ser cultivadas as duas variedades de feijão-caupi, as quais foram doadas pelo NEFIMP/CCAB/UFCA, onde foram separadas 720 (setecentos e vinte) sementes de cada variedade destinadas a 36 (trinta e seis) embalagens contendo cada uma 20 (vinte) sementes totalizando 72 (setenta e duas) embalagens das duas variedades e 1.440 (um mil quatrocentos e quarenta) sementes utilizadas. E seguida foi realizado o sorteio para plantio em blocos inteiramente casualizados (Figura 3).

Figura 3 – Sorteio para plantio de blocos casualizados, avaliação populacional de pragas em cultura



Fonte: autoria própria (2022).

Foram plantados 4 (quatro) blocos, contendo 18 (dezoito) fileiras divididas em dois onde cada parcela de cada bloco teve 9 (nove) fileiras por questão de

espaço do terreno. Cada fileira teve espaçamento de 1 m entre si, sendo aberta 10 covas com espaçamento entre covas de 50 cm, para melhor acomodação das plantas, e em cada cova foi plantada 2 (duas) sementes, da variedade sorteada. As tabelas 1 e 2 indicam os blocos e linhas onde foram aplicados o biodefensivo e o controle na cultura de feijão-caupi plantado no CCAB.

No dia 12/05 (20 dias após plantio) foi feita a avaliação de controle de pragas, antes de iniciarmos as aplicações dos extratos de OE, onde foi constatada que a população de vaquinha (*Diabrotica speciosa*) e do pulgão preto (*Aphis rumicis*) que já se encontrava em índice de dano econômico para a cultura, e se fazia necessário o uso de método de controle de pragas. No dia seguinte seguimos com a aplicação do OE, com uso do aparelho de pulverização costal (Figura 4).

Tabela 1 – Blocos e linhas onde foram aplicados o óleo de Manjerição em forma de solução, bem como linhas de controle

	<i>Bloco 1</i>	<i>Bloco 2</i>	<i>Bloco 3</i>	<i>Bloco 4</i>
Fileiras/variedade 1 FG34	3	8	14	2
Fileiras/variedade 2 FC	6	15	5	1
Fileiras Controle variedade 1	5	11	3	9
Fileiras Controle variedade 2	4	1	1	18

Fonte: autoria própria (2022).

Tabela 2 – Blocos e linhas onde foram aplicados o hidrolato de Manjerição em forma de solução, bem como linhas de controle

	<i>Bloco 1</i>	<i>Bloco 2</i>	<i>Bloco 3</i>	<i>Bloco 4</i>
Fileiras/variedade 1 FG34	17	7	9	8
Fileiras/variedade 2 FC	16	4	2	11
Fileiras Controle variedade 1	5	11	3	9
Fileiras Controle variedade 2	4	1	1	18

Fonte: autoria própria (2022).

Figura 4 – Preparo de solução e pulverização



Fonte: autoria própria (2022).

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 considerações gerais sobre o manjeriço (*Ocimum basilicum*)

Ocimum basilicum, popularmente conhecido como manjeriço, alfavaca do mato, basilicão e erva real, é uma espécie aromática pertencente à família botânica Lamiaceae. Dentre os representantes desta família esta espécie é destaque pelo seu apreço na medicina tradicional devido suas capacidades terapêuticas e também pelo seu uso na alimentação como uma especiaria (PIRMORADI; MOGHADDAM; FARHADI, 2013; KALITA, 2022; LORENZI; MATOS, 2008). Estudos indicam que esta planta é originária de regiões tropicais compreendidas da África Central até o Sudeste Asiático (VANITHA *et al.*, 2021).

O manjeriço é descrito como uma planta herbácea autógama de ciclo anual, com diversas subespécies, variedades e formas. Pode crescer até 1m de altura, sendo muito ramificada e com odor característico. Suas folhas são de cor verde-brilhante, formato ovalado em pelos. Em sua face abaxial é possível encontrar diminutas covas, onde se formam 20 gotículas de essências. As flores podem possuir coloração branca ou avermelhada, formando espigas (PEREIRA; MOREIRA, 2011; RODRIGUES; GONZAGA, 2001).

Seu uso como especiaria é relatado em países como a Itália, Tailândia e Vietnam (SNOUSSI *et al.*, 2016). Segundo Reis *et al.* (2007) sua difusão no Brasil está associada às tradições culturais dos imigrantes italianos. Em território

brasileiro o seu cultivo é realizado principalmente por pequenos produtores rurais, que praticam a comercialização de suas folhas. Essas folhas podem ser usadas frescas ou secas, sendo constituintes importantes de temperos ou utilizadas isoladamente (LUZ, 2014; PAIVA, 2011).

O óleo essencial de *O. basilicum* é uma mistura elaborada com vários terpenos, obtida pelo processamento da planta ou de suas partes (SILVESTRE; PALESTRI, 2022). As folhas desta espécie constituem uma importante fonte de vitaminas e minerais como o cálcio e o ferro (PEREIRA; MOREIRA, 2011), delas são extraídas o óleo.

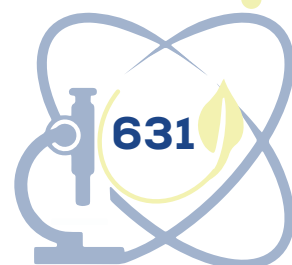
Os principais compostos encontrados no óleo essencial de manjeriço cultivado são timol, metil-chavicol, linalol, eugenol, cineol e pireno (LOUGHRIN; KASPERBAUER, 2001; LORENZI; MATOS, 2002). É pertinente destacar que a composição percentual dos óleos pode variar, segundo Blank (2010) vários fatores influenciam a produção e a composição do óleo essencial do manjeriço, desde o genótipo utilizado até a metodologia de cultivo e colheita.

Entretanto estudos de Ereno (2006), indicam que é possível encontrar valores entre 40,2 a 48,5% de linalol. O linalol, 3,7-dimetilocta-1,6-dien-3-ol, é um monoterpene alcoólico terciário de cadeia aberta encontrado também em outras espécies tais como o alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) (LETIZIA *et al.*, 2003; OJEDA-SANA *et al.*, 2013). Este constituinte majoritário é amplamente utilizado como base para a produção de cosméticos, perfumes, sabonetes e produtos de limpeza (LETIZIA *et al.*, 2003).

Com o avanço do melhoramento genético algumas cultivares foram elaboradas objetivando-se a produção de óleos, dentre elas destaca-se a cultivar Maria Bonita, cujo rendimento de óleo (mL/planta) pode apresentar rendimento médio de 1,18 mL por planta, 300% a mais de rendimento, quando se compara as cultivares difundidas no mercado, como a cultivar comercial Genovese (BLANK, 2007).

3.2 Considerações gerais sobre o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)

A cultura do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) é de grande relevância para a alimentação humana constituindo uma importante fonte proteica para



populações pobres da África (SILVA *et al.*, 2018). No Brasil essa cultura é largamente difundida nas regiões Norte e Nordeste, por tratar-se de uma cultura versátil e de grande adaptabilidade nas diferentes condições edafoclimáticas (MELO *et al.*, 2021).

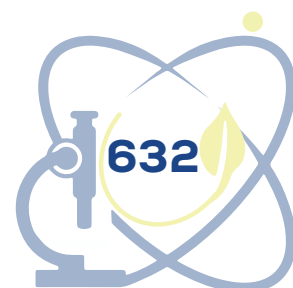
Estima-se que esta cultura está presente em mais de 10 milhões de hectares de área cultivável em todo o mundo, especialmente nas regiões tropicais e subtropicais da América, Ásia e África, devido sua notável adaptabilidade ao clima destas regiões, com uma produção global de aproximadamente 5,5 milhões de toneladas (FAO, 2017; NARAYANA; ANGAMUTHU, 2021).

No Brasil o cultivo é concentrado nas regiões Norte e Nordeste, com uma produtividade de aproximadamente 1639 kg/ha (CONAB, 2022). De acordo com Frota *et al.* (2008) a cultura do feijão-caupi tem papel importante na garantia da segurança alimentar, especialmente no nordeste brasileiro, devido seu alto valor nutricional e baixo custo de produção, além de ser uma fonte de proteína e nutrientes essenciais como o ferro.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

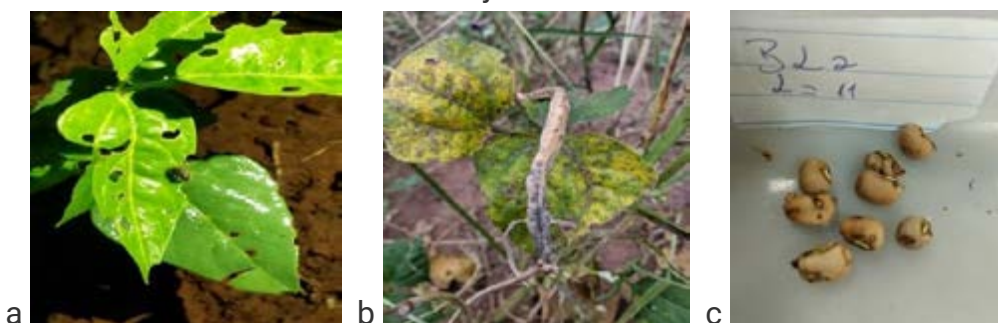
O óleo essencial de manjericão (*O. basilicum*) em uma solução aquosa preparada para pulverização apresentou pouca bioatividade como biodefensivo sobre as plantas do feijão-caupi. Houve apenas uma redução da população de insetos, temporariamente, como forma de repelente apenas dos insetos das fileiras de plantas em que eram aplicados para outras mais próximas, isso em doses de baixa concentração. Podemos atribuir esse resultado a vários fatores: a imiscibilidade do óleo essencial em água para preparo da solução de aplicação; início tardio da aplicação, pois poderíamos ter começado com aplicação preventiva; a quantidade reduzida de aplicações devido ao período chuvoso; além de após aplicação ter chovido. Assim, iremos repetir o experimento no segundo semestre do ano suprindo essas falhas e contando por ser um período de chuvas escassas. Mesmo com todas as intempéries foi realizada a colheita do feijão-caupi.

Nas duas cultivares de feijão-caupi a ação de controle foi temporária, não suprindo o controle desejado das pragas em questão, tendo em vista que o



retorno da vaquinha (*Diabrotica speciosa*) e do pulgão preto (*Aphis rumicis*) na cultura ocasionou outra doença viral por ser vetores do vírus do Mosaico Severo no feijoeiro. Que pela sua severidade causou a perda total da lavoura em questão. Como pode ser percebido na Figura 5.

Figura 5 – Pós aplicação, repelente temporário de insetos, acometimento da doença (Mosaico severo) causado pelos vetores, Vaquinha e Pulgão – preto no feijoeiro



Fonte: autoria própria (2022).

5 CONCLUSÃO

Nas duas cultivares de feijão-caupi observa-se a ação de controle temporária das pragas vaquinha (*Diabrotica speciosa*) e do pulgão preto (*Aphis rumicis*) tendo em vista o retorno das mesmas à cultura. Além de causar a doença viral Mosaico Severo perdendo toda a lavoura.

Assim a avaliação do potencial inseticida do óleo essencial, bem como do hidrolato do manjeriço é ruim, provavelmente devido algumas intempéries como a baixa solubilidade do óleo essencial em água; início tardio da aplicação; quantidade reduzida de aplicações devido ao período chuvoso; além da alta frequência de chuvas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao LIPN, ao NEFIMP, ao Programa de Educação Tutorial do curso de Agronomia e à PRPI – Universidade Federal do Cariri (UFCA) pelo apoio financeiro durante esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. C. de; ALMEIDA, P. P. de; GHERARDI, S. R. M. Potencial antimicrobiano de óleos essenciais: uma revisão de literatura de 2005 a 2018. **Nutr. Time**, [s. l.], v. 17, n. 01, p. 8623-8633, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Sandra-Gherardi/publication/339513003_Potencial_antimicrobiano_de_oleos_essenciais/links/5e56ca58a6fdccbeba055d53/Potencial-antimicrobiano-de-oleos-essenciais.pdf. Acesso em: 16 ago. 2022.

BALOG, A. *et al.* Differences in the progress of the biopesticide revolution between the EU and other major crop-growing regions. **Pest Management Science**, [s. l.], v. 73, n. 11, p. 2203-2208, nov. 2017. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ps.4596?casa_token=C8vaTouzD8AAAAA%3A0GAHQJSirqDVI23D8-SxdRSjAcX5GECslu8IAAMC4kmNvQYCOSeNwZH3OY5e7UOg-IBZpRkeT12kVzj. Acesso em: 16 ago. 2022.

BARROS, N. A. de; ASSIS, A. R. de; MENDES, M. F. Extração do óleo de manjeriço usando fluido supercrítico: análise experimental e matemática. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 8, p. 1499-1505, ago. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/fDbvtvg36MPfKcLg63jwRtGy/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 ago. 2022.

BLANK, A. F. *et al.* Comportamento fenotípico e genotípico de populações de manjeriço. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 28, p. 305-310, ago. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/MtX4BpPBfbcmmTRy4WFjQPb/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 23 ago. 2022.

BLANK, A. F. *et al.* Maria Bonita: cultivar de manjeriço tipo linalol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 1811-1813, dez. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/5Jf5VVBYSdSn9VvTcwCLbtC/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 ago. 2022.

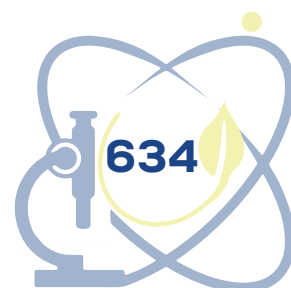
CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2021/2022, sétimo Levantamento**, Brasília, v. 9, n. 9, 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 24 ago. 2022.

ERENO, D. Perfume de manjeriço. **Revista Fapesp**, [s. l.], v. 12, n. 120, p. 25-28, 2006. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/perfume-de-manjericao/>. Acesso em: 21 ago. 2022.

FAO - **Food and Agriculture Organization** – FAOSTAT. Crops. Cowpeas, dry, 2017.

FIGUEIREDO, A. C.; PEDRO, L. G.; BARROSO, J. G. Plantas aromáticas e medicinais óleos essenciais e voláteis. **Revista da Associação Portuguesa de Horticultura**, [s. l.], n. 114, p. 29-33, 2014. Disponível em: http://cbv.fc.ul.pt/2014_Revista_daAPH_114_20_PAM.pdf. Acesso em: 19 ago. 2022.

FOUAD, H. A.; CAMARA, C. A. G. da. Chemical composition and bioactivity of peel oils from *Citrus aurantiifolia* and *Citrus reticulata* and enantiomers of their major constituent against 45 *Sitophilus*



zeamais (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, [s. l.], v. 73, p. 30-36, jun. 2017. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022474X1730200X?casa_token=lvlyBCj_1b0cAAAAA:D6w5k9z98_BIU8dmp4zQVEnf5Mn_ZyOMj59SR5IMAchBxIJWGqQZcik6tigdTEOYCpPbiXHE-D. Acesso em: 19 ago. 2022.

FROTA, K. de M. G.; SOARES, R. A. M.; ARÊAS, J. A. G. Composição química do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), cultivar BRS - Milênio. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 28, p. 470-476, ago. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/PDdWzpYBjDPFsd5CPq93q6p/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 ago. 2022.

KALITA, M. A critical review on phytochemical properties and anti-microbial activities of genus *Ocimum* L. Critical review on phytochemical properties and anti-microbial activities of genus *ocimum* L. **Advances in Microbiology**, [s. l.], p. 42, 2022.

LACERDA, J. D. A.; SARAIVA, E. S. S. **Bioatividade de óleos essenciais de plantas medicinais sobre *Callosobruchus maculatus* (FABR. 1775) (Coleoptera:Bruchidae) em grãos de feijão caupi**. Orientadora: Ronelza Rodrigues da Costa Zaché. 2022. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Parauapebas, 2022. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/2273>. Acesso em: 19 ago. 2022.

LETIZIA, C. S. et al. Fragrance material review on linalool. Food and Chemical Toxicology, **New Jersey**, [s. l.], v. 41, n. 7, p. 943-964, jul. 2003. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691503000152?casa_token=1RHyzM_OdzbMAAAAA:s8p2XSQCcUUwuZy-JhDSEqxAhtvq2qsqB1XPNG5vSyJljp7U4dzK7Nfyl9FH1V1b7Trm6Y9JFN. Acesso em: 19 ago. 2022.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. de A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Brasil: Editora Instituto Plantarum, 2002. 542 p.

LOUGHRIN, J. H.; KASPERBAUER, M. J. Light reflected from colored mulches affects aroma and phenol content of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 49, n. 3, p. 1331-1335, fev. 2001. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/jf0012648?casa_token=QLfR6ENY5z8AAAAA%3AZL_Yyiu-SHpm8rA41uUJjipUKLvbYjRyUYnulPu_l3Ex-uUVSXgM3i7NGwJDRNDP3GNYCkh7Y4HATEeyw. Acesso em: 20 ago. 2022.

MELO, L. F. de. **Adaptabilidade, estabilidade e índice seletivo na recomendação de cultivares de feijão-caupi para produção de grãos verdes no estado do Ceará**. 2018. 54f. Tese (Doutorado em Agronomia Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/40411>. Acesso em: 18 ago. 2022.

NARAYANA, M.; ANGAMUTHU, M. Cowpea. In: PRATAP, A.; GUPTA, S. **The**



beans and the peas: From orphan to mainstream crops. Sawston: Woodhead Publishing, 2021.

NASCIMENTO, A.; PRADE, A. C. K. **Aromaterapia:** o poder das plantas e dos óleos essenciais. Recife: Fiocruz-PE, 2020. 33 p.

OJEDA-SANA, A. M. *et al.* New insights into antibacterial and antioxidante activities of Rosemary essential oils and their main components. **Food Control**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 189-195, mai. 2013. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713512005221?casa_token=wyVvgqIWVsAAAAA:B_R0WfKCfc7BXaZF_H95KszYoefREVcBzmStKGwo4zowPI6G5ee3i62dndlnijaR1jKorahSK2H. Acesso em: 19 ago. 2022.

PAIVA, E. P. de *et al.* Composição do substrato para o desenvolvimento de mudas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 62-67, dez. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/2083>. Acesso em: 20 ago. 2022.

PEREIRA, R. de C. A.; MOREIRA, A. L. M. **Manjeriço:** cultivo e utilização. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical-Documentos (INFOTECA-E), 2011. 31 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/900892/1/DOC11004.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2022.

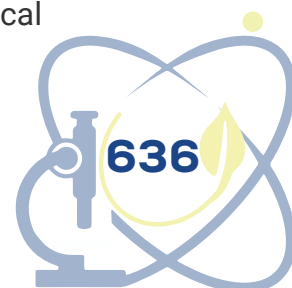
PIRMORADI, M. R.; MOGHADDAM, M., FARHADI, N. Chemotaxonomic analysis of the aroma compounds in essential oils of two different *Ocimum basilicum* L. varieties from Iran. **Chemistry & Biodiversity**, [s. l.], v. 10, n. 7, p. 1361-1371, jul. 2013. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cbdv.201200413?casa_token=dZhAx9Z5xnwAAAAA:ITJ0UPDf2o0jCbGGfhxP20Ty8rPkM_Is0HZ46DMJ2IL0hvr5VhZdnabj1VC5IQDx_dNUxGsoqjaqaaZgp. Acesso em: 20 ago. 2022.

Q LUZ, J. M. *et al.* Produção de óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. em diferentes épocas, sistemas de cultivo e adubações. **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 69-80, mar. 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85629766007>. Acesso em: 20 ago. 2022.

REIS, A. *et al.* Murcha do manjeriço (*Ocimum basilicum*) no Brasil: agente causal, círculo de plantas hospedeiras e transmissão via semente. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 2, p. 137-141, out. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sp/a/r7Bm37pd4zz3NN4WLJ9mQdN/?format=html&>. Acesso em: 19 ago. 2022.

SILVA, A. C. *et al.* Diagnóstico da produção de feijão-caupi no nordeste brasileiro. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, [s. l.], v. 16, n. 2, 2018. Disponível em: <http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/4380>. Acesso em: 20 ago. 2022.

SILVESTRE, W. P.; PAULETTI, G. F. Evaluation of extraction yield and chemical



composition of the essential oil of five commercial varieties of basil (*Ocimum basilicum* L.). **Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 1-7, out. 2022. Disponível em: <https://sou.ucs.br/revistas/index.php/ricaucs/article/view/99> Acesso em: 20 ago. 2022.

SNOUSSI, M. *et al.* Chemical composition and antibiofilm activity of *Petroselinum crispum* and *Ocimum basilicum* essential oils against *Vibrio* spp. Strains. **Microbial Pathogenesis**, [s. l.], v. 90, n. 1, p. 13-21, nov. 2016. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S088240101500176X?casa_token=WEB4ka2bvf0AAAAA:7W8HGUsNDY4pcLuh4nlg2Nqvx_mkHvU56T_sMPYb9YyA75irjxv_IDNr_e60Jtv9WkeBsGTM6Xoir. Acesso em: 20 ago. 2022.

VANITHA, G. *et al.* Eco-friendly synthesis of some novel metal nanoparticles mediated by *Ocimum basilicum*-Lamiaceae (Thiru Neetru Pathilai) leaves extract. **International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 548-561, jan. 2021. Disponível em: <https://www.ijraset.com/files/serve.php?FID=32881>. Acesso em: 20 ago. 2022.



BURN-IN E AVALIAÇÃO DE SOFTWARE DE MODELAGEM DE PROCESSOS ESTOCÁSTICOS

Francisco Junior Peixoto Dantas¹

Paulo Renato Alves Firmino²

RESUMO

A tomada de decisões é vital em qualquer etapa do desenvolvimento de um produto, uma má escolha pode não só aumentar custos, como também trazer danos irreversíveis aos sistemas trabalhados. Algumas ferramentas ajudam a manter o sistema estável, guardando, analisando e sugerindo revisões em pontos críticos baseando-se em eventos já catalogados. Busca-se nesse trabalho introduzir melhorias realizadas na plataforma MESOR, que atualmente fornece gratuitamente ferramentas de catalogação, modelagem e previsão de processos estocásticos, roteirização e epidemiologia. A partir de dados reais e fictícios, a plataforma é comparada com alternativas do mercado e acadêmicas. São discutidas características como segurança e taxonomia e conclui-se que o *software* desenvolvido é capaz de suprir as necessidades do usuário e oferece resultados atraentes, de forma simples, eficaz e gratuita. A partir dos resultados obtidos foi possível concluir que embora a solução esteja pronta para o mercado, apontamos alguns problemas que necessitam serem trabalhado em trabalhos posteriores (necessidade de *upgrade* do servidor, ou migração do *software* para a nuvem).

Palavras-chave: processos de renovação; programação; falhas; banco de dados.

ABSTRACT

Decision making is vital at any stage of product development, a bad choice can not only increase costs, but also bring irreversible damage to the systems worked

¹ Iniciação Tecnológica – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Universidade Federal do Cariri (UFCA), junior.peixoto@aluno.ufca.edu.br

² Iniciação Tecnológica – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Universidade Federal do Cariri (UFCA), paulo.firmino@ufca.edu.br



on. Some tools help keep the system stable by saving, analyzing and suggesting revisions in critical points based on already catalogued events. This work aims to introduce improvements in the MESOR platform, which currently provides free tools for cataloging, modeling and forecasting stochastic processes, routing and epidemiology. Using real and fictitious data, the platform is compared with market and academic alternatives. Characteristics such as security and taxonomy are discussed and it is concluded that the developed *software* is capable of meeting the user's needs and offers attractive results, in a simple, effective and free way. From the results obtained it was possible to conclude that although the solution is ready for the market, we pointed out some problems that need to be addressed in further work (need to upgrade the server, or migrate the *software* to the cloud).

Keywords: renewal processes; programming; flaws; database.

1 INTRODUÇÃO

Testes de desempenho sempre são necessários para avaliações em qualquer tipo de equipamento. Para *software* não é diferente. Este trabalho dedica-se ao processo de melhoria e avaliação de um *software* voltado a catalogar, modelar e prever dados de processos estocásticos, tema que permeia as diversas áreas do conhecimento. Pode-se, por exemplo, estudar séries de incidência de doenças ou mesmo o histórico de intervenções a um sistema de produção (GALLAGER, 2013). O principal objetivo na execução desse projeto foi estudar alternativas de testes de laboratório e avaliação de qualidade do *software* em desenvolvimento, em comparação a outros do mercado, para modelagem e previsão de séries temporais: Past (2022); Timeserieslab (2022); Statistix (2022); Gmdh (2022). Para processos de renovação GRP (sigla para *Generalized Renewal Process*) a única opção encontrada foi Weibull++ (2022). Séries temporais permitem a modelagem e previsão de dada variável indexada no tempo de forma regular. Por sua vez, processos de renovação permitem a modelagem e previsão do tempo até a ocorrência de dado evento de interesse, diante do histórico de datas de ocorrências desse evento. Então, comparou-se a qualidade do *software* em desenvolvimento com a daqueles encontrados.

Para atingir esses objetivos foi recorrido a testes de caixa preta esses baseados em casos de uso, tendo em vista que a ferramenta já se encontrava disponível. Como efeito direto dos testes aplicados gerou-se a necessidade de intervenções e desenvolvimento de funções.



2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Dados utilizados

O *software* analisado já se encontra disponível no domínio www.mesor.com.br. Os códigos fonte para análise e manutenção foram disponibilizados apenas para a execução do trabalho e não estão disponíveis para terceiros.

Para os testes das ferramentas de séries temporais, a série diária do *Bitcoin* no intervalo 2016-01-06 até 2020-01-06 foi adotada como estudo de caso. Para a ferramenta WGRP (*Weibull-based GRP*) foi usada o registro de falhas de um ar condicionado de uma aeronave disponível em [parametric_rda_example](#).

2.2 Testes e manutenção

Como o projeto visou ter uma alternativa competitiva dentre as disponíveis, apenas testes de caixa preta baseados em casos de uso foram realizados, testando cada função e esperando o retorno desejado, caso o contrário um erro era imediatamente reportado e uma solução era buscada. Testes de caixa branca foram realizados em algumas funções que apresentavam erros, mas os mesmos serão citados no decorrer desse documento. Por preocupações na segurança foram realizados testes de intrusão afim de melhorar a segurança e evitar futuros problemas.

Após leitura da documentação percebeu-se que o que melhor se adequaria era a continuação do projeto nas linguagens em que foi desenvolvido, as intervenções foram trabalhadas principalmente nas linguagens de programação PHP, *Javascript* e R, para o banco de dados preferiu-se manter a linguagem MySQL. Cada erro reportado foi salvo na plataforma de versionamento *GitHub*, criando uma *issues*, na mesma era relatado, o problema, o local, e a data de encontro do mesmo, catalogando de maneira mais precisa a falha, como mostrado na Figura 1.

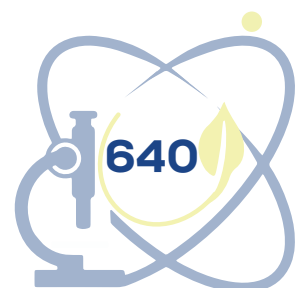
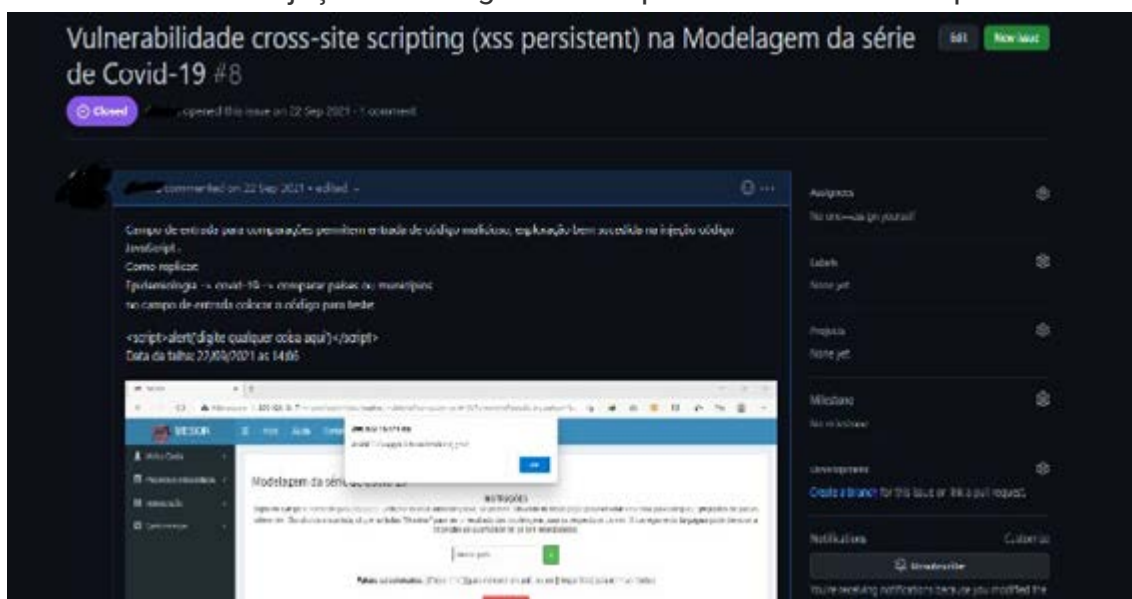


Figura 1 – Screenshot de um erro relatado registrado em 6 de agosto de 2022, sobre o erro de injeção de código Javascript nos formulários da plataforma



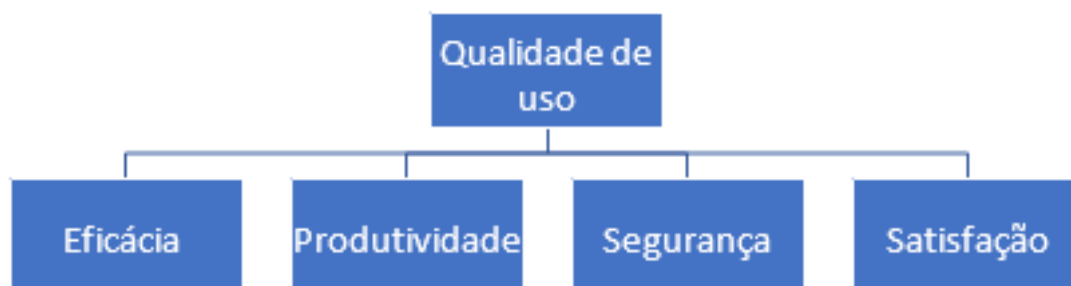
Fonte: autoria própria.

2.3 Avaliação e comparação com alternativas

A avaliação de qualidade seguiu da mesma maneira da dos testes, fazendo uma avaliação apenas pelo lado do usuário, seguindo o modelo de qualidade em uso da ISO/IEC 9126-1, o modelo também serviu para comparação com as demais alternativas do mercado encontradas.

O Diagrama 1 traz as características que presentes em um modelo de qualidade em uso.

Diagrama 1 – Qualidade em uso



Fonte: ISO/IEC 9126-1(2001, p. 11).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Segurança e usabilidade

Um dos principais critérios em um *software* é a segurança, inclusive é uma das métricas usadas para medir a qualidade do mesmo (ISO/IEC 9126-1).

O uso de um produto é vital para definirmos sua qualidade, não é diferente para *software*, para que assim haja confiança de sua eficiência (ISO/IEC 9126-1).

3.2 Séries temporais

Morettin (2006) destaca as importâncias dos estudos de séries temporais não só para previsão de eventos futuros, mas também para estudar causa e efeitos de tendências buscando soluções para problemas atuais. Uma série temporal é um conjunto de observações ininterruptas feitas ao longo do tempo, sendo essencial a cronologia ordenada das informações, essa que não pode ser quebrada (BUENO, 2012).

Com a solução desenvolvida é fornecida uma ferramenta completa e atual capaz de ser usada para estudos e previsões de séries temporais, salvando-as periodicamente, ou fazendo a partir de uma base de dados já existente.

3.3 GRP

No mundo de atual, a tecnologia está presente em todos os lugares que se possa imaginar e como essa presença se causa medo que eventuais falhas venham a serem catastróficas, trazendo prejuízos não só monetários, mas podendo pôr em risco a vida das pessoas (PHAM, 2007). “O Processo de Renovação Generalizado (GRP) é uma abordagem de modelagem bem conhecida para tratar sistemas dinâmicos expostos a intervenções planejadas ou não planejadas” (FERREIRA *et al.*, 2015, p. 1).

A ferramenta WGRP usa uma abordagem baseada em *Weibull*, maiores detalhes técnico-científicos podem ser encontrados em (FERREIRA *et al.*, 2015). O *software* em desenvolvimento fornece ao usuário a possibilidade de salvar dados



sobre falhas em sistemas, além de dados sobre intervenções possibilitando não só a previsão de eventos novos, como também a análise sobre as manutenções, deduzindo se tornaram melhor ou pior o sistema abordado.

4 RESULTADOS

4.1 Interface

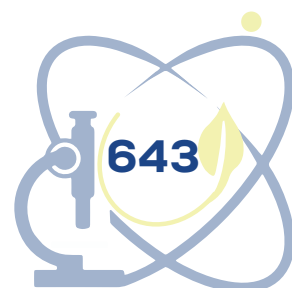
Para a interface com o usuário foram obtidas as seguintes melhorias: alterações das nomenclaturas usando como base a ISO 14224; desenvolvimento de função de alteração de senha; remoção de erros do lado do cliente.

4.2 Segurança

Na questão de segurança foram encontrados e solucionados alguns problemas usando como principal fonte de consulta o livro *Bug Bounty Bootcamp*, os principais foram: falhas as XSS (sigla para *Cross-site scripting*), as mesmas estavam presentes em todos os formulários da plataforma como mostrado na *issues* da Figura 1, tratando adequadamente os dados enviados para o servidor; falhas de segurança nas requisições *get* permitindo ataques do tipo *IDOR* (sigla para *Insecure direct object references*), pois não havia gerenciamento de acesso nas alterações no banco de dados, foi criada uma solução mais eficiente de gerenciamento de sessão do usuário.

4.3 Séries temporais

Na ferramenta de modelagem de séries temporais foram corrigidas algumas alterações que impediam a exibição correta dos resultados, agora também é disponível para o cliente os dados sobre a modelagem. Agora além dos resultados gráficos se tem acesso aos dados das análises, os parâmetros e também as previsões futuras baseadas no treinamento.



4.4 WGRP

Para a ferramenta de modelagem WGRP foi identificado que era necessário a modelagem de falhas a nível de unidade, alterações foram feitas para possibilitar a análise de falhas e intervenções a níveis de sistema, criando uma hierarquia onde as partes menores podem fazer partes da análise de erros de partes maiores vistos que ambos pertencem ao mesmo sistema.

4.5 Software em desenvolvimento e alternativas do mercado

É necessário ressaltar que opções alternativas do mercado aqui citadas não representam todo o universo de ferramentas disponíveis, além de que algumas das ferramentas mencionadas não tem seu foco apenas em séries temporais, mas apenas essa parte será mencionada.

Como foi mencionado na Seção 2.1, os dados para testes foram os dados das observações diárias do *Bitcoin*, os mesmo se encontram disponíveis em br.investing.com/crypto/bitcoin/btc-brl-historical-data.

A ferramenta em desenvolvimento se mostrou equivalente as demais podendo fazer a análise dos dados por uma lista de dados já disponíveis, ou salvar periodicamente, todas as opções apresentam: análise dos resíduos; previsão de eventos posteriores as observações; plotagem gráfica.

Embora ainda em desenvolvimento o *software* em questão apresenta algumas vantagens como opções variadas de modelagem, e opera de maneira virtual, podendo assim ser operacional em qualquer dispositivo conectado à internet, enquanto as demais só funcionam no sistema operacional *Windows*, além de ser gratuito, ao contrário das opções GMDH Shell e Statistix. Também apresentam pontos fracos como a simplicidade gráfica, onde as ferramentas GMDH Shell e Time Series Lab se saíram bem melhores nesse ponto.

As Figuras abaixo mostram os gráficos gerados por cada ferramenta usando a mesma série temporal.

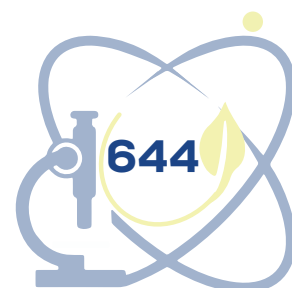
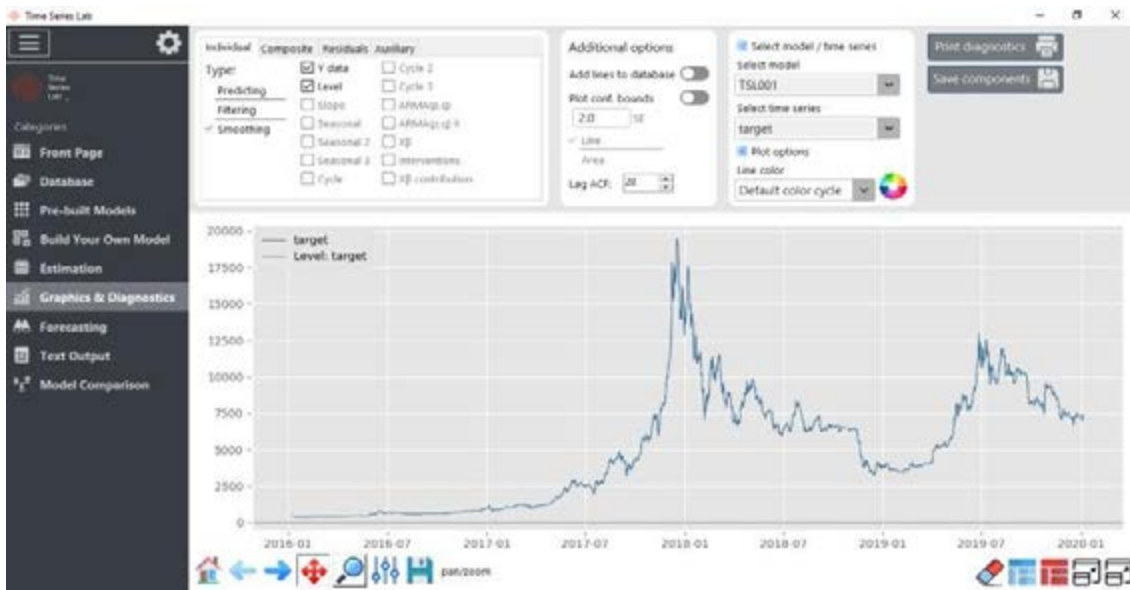
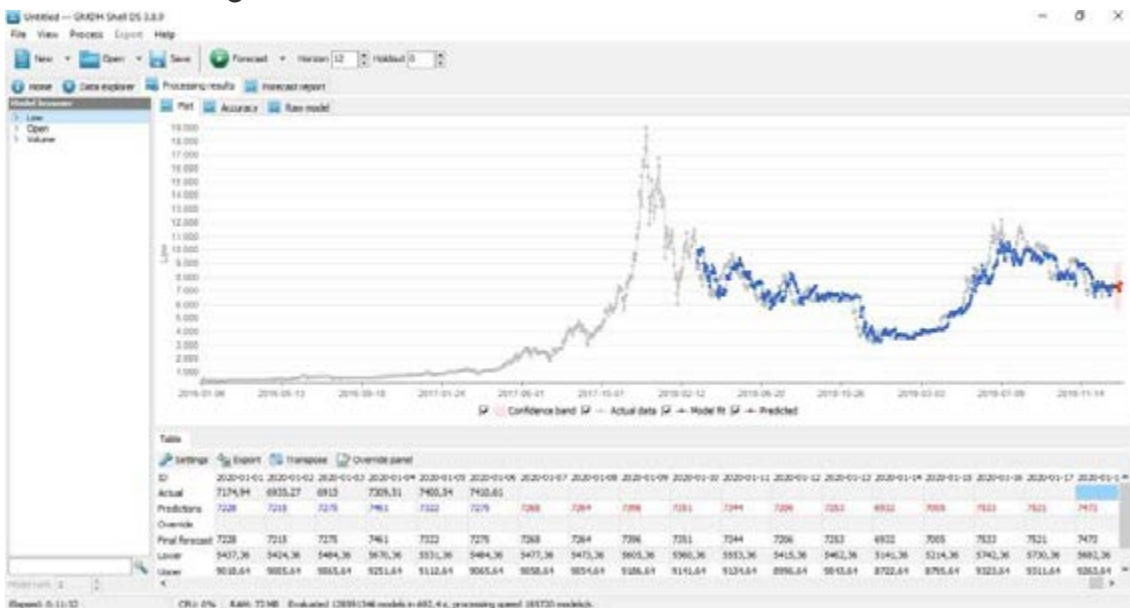


Figura 2 – Time Series Lab modelando dados do *Bitcoin*



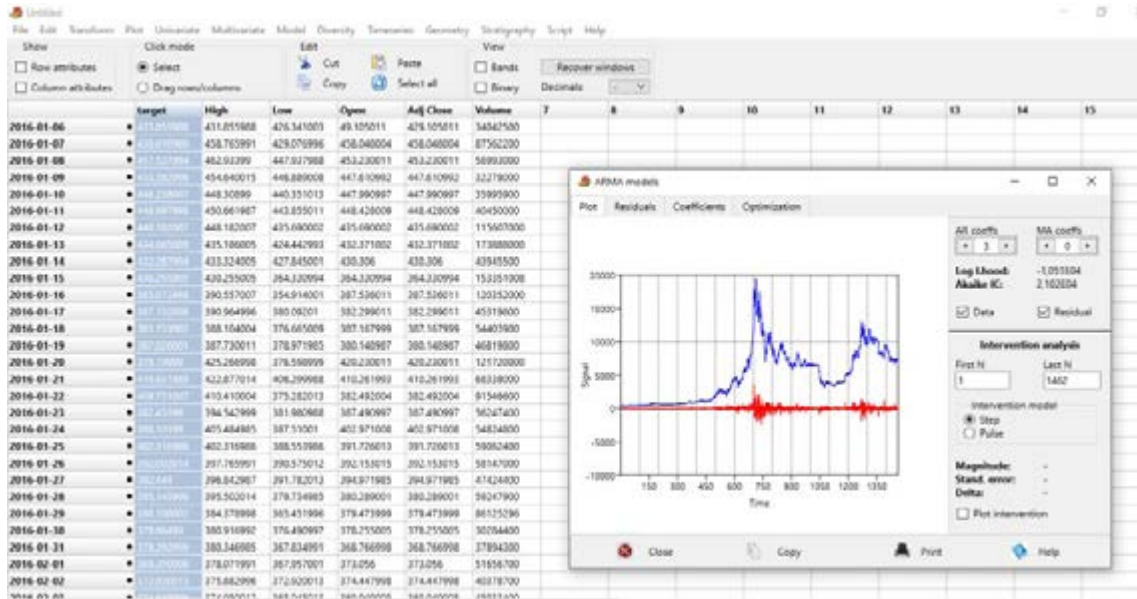
Fonte: autoria própria.

Figura 3 – GMDH Shell modelando dados do *Bitcoin*



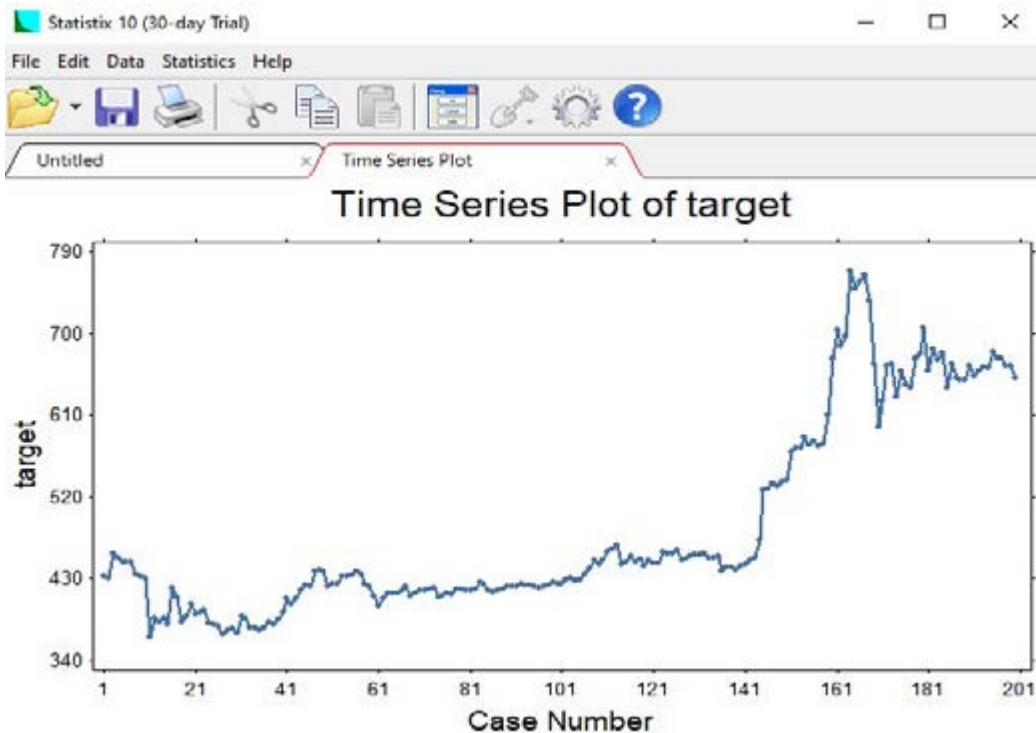
Fonte: autoria própria.

Figura 4 – PAST modelando dados do *Bitcoin*



Fonte: autoria própria.

Figura 5 – Statistix modelando dados do *Bitcoin*



Fonte: autoria própria.

Figura 6 – Software MESOR modelando dados do Bitcoin

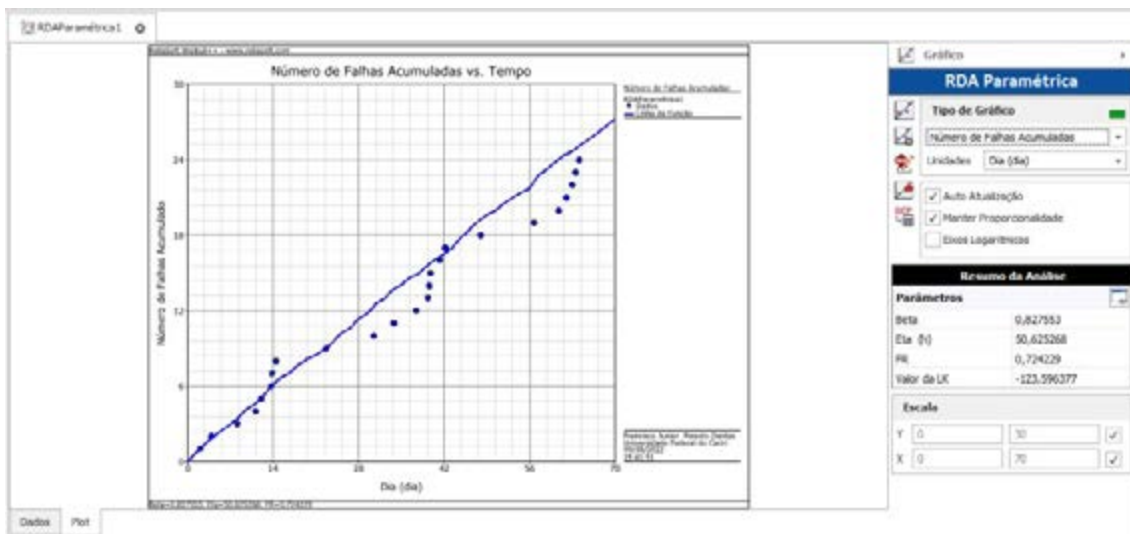


4.6 Processos de renovação

A única alternativa para a parte de WGRP foi a ferramenta Weibull++ da empresa RealiaSoft, atualmente na versão 20.0.2. Como dito na seção 2.1 os dados usados foram passados para ambas as ferramentas. A opção Weibull++ se mostrou mais dinâmica, possibilitando melhor manipulação gráfica e diversas opções de cálculos a partir da análise de falhas.

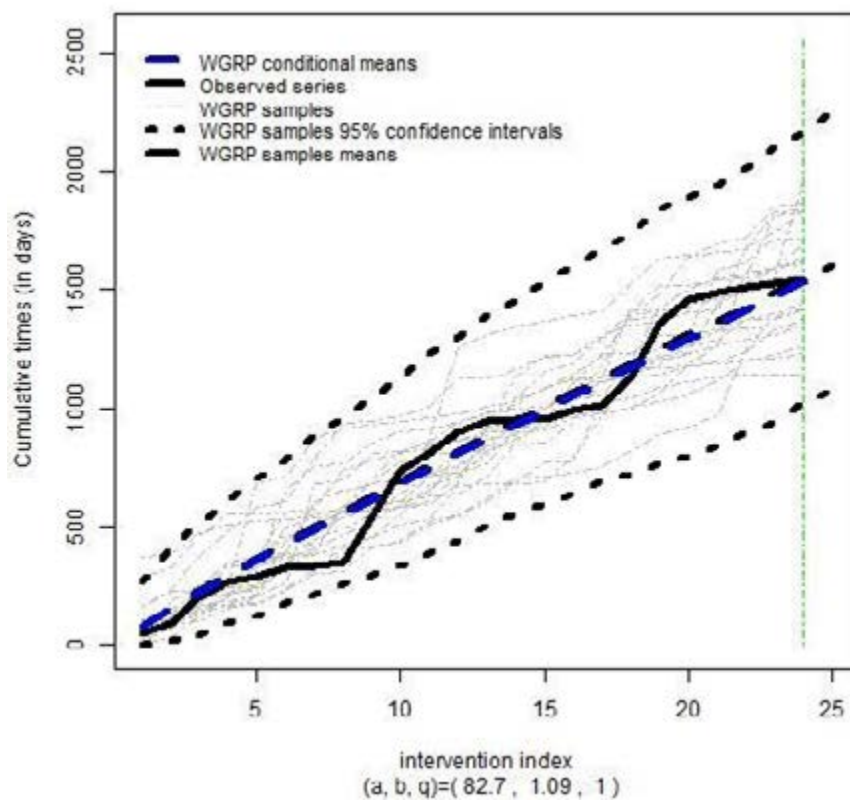
Os resultados se mostraram similares, mas enquanto o Weibull++ mostrou uma melhoria sistema $\beta = 82$, mostrando que o sistema está em melhoria, entretanto o WGRP mostrou que o formalismo NHPP se saiu melhor mostrando um $\beta = 1.09$, ou seja, o sistema está em deterioração, causando assim um conflito entre os resultados, como mostram as Figuras 7 e 8.

Figura 7 – Weibull++ Modelando dados de falhas de um ar-condicionado de uma aeronave



Fonte: autoria própria.

Figura 8 – WGRP Modelando dados de falhas de um ar-condicionado de uma aeronave

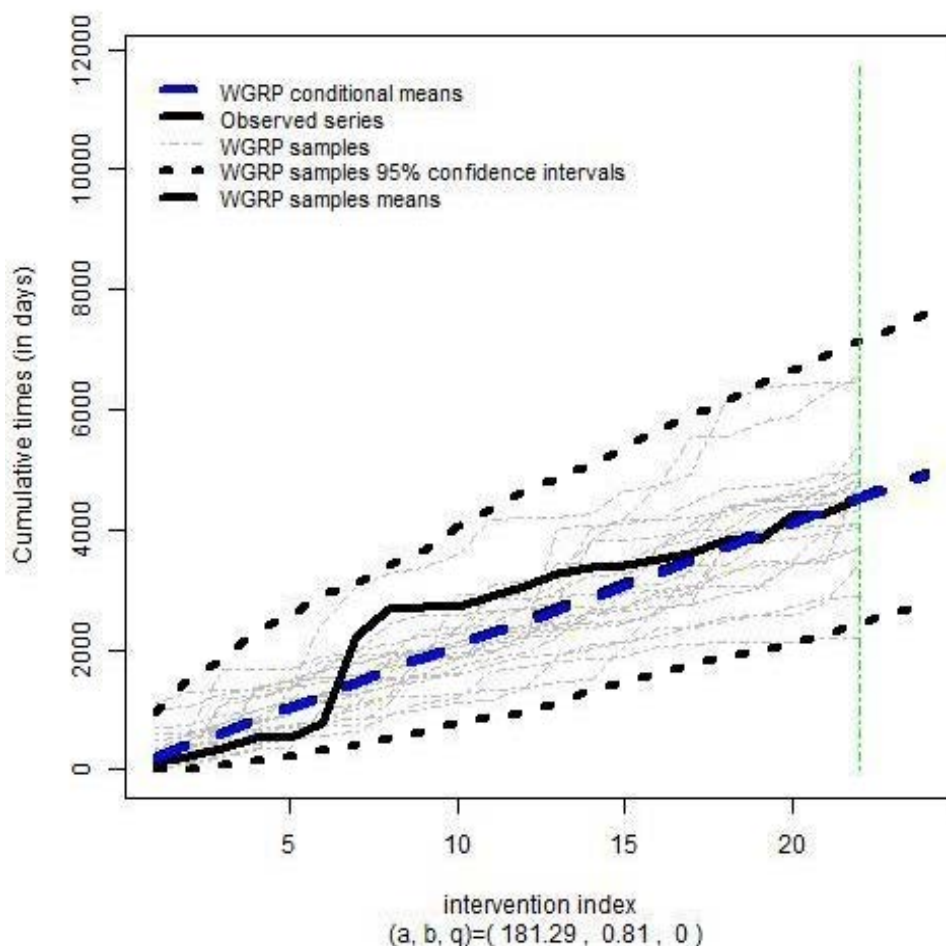


Fonte: autoria própria.

4.6 Análise das intervenções do software

Como foi dito na Seção 1 no decorrer do desenvolvimento do projeto forma salvos dados de falhas e intervenções, disponíveis em [Historical data of MESOR intervention](#), ao fim do trabalho teve-se curiosidade de analisar como os mesmos, então foi usado a própria ferramenta para analisar os dados salvos. Os resultados foram satisfatórios pois mostraram um $\beta < 1$, ou seja, que nosso sistema está em melhorando, e também mostrou um $q = 0$, ou seja as intervenções realizadas tornaram nosso sistema tão bom quanto novo, como mostrado na Figura 9.

Figura 9 – WGRP Modelando dados de intervenção na plataforma MESOR



Fonte: autoria própria.

5 CONCLUSÃO

O trabalho teve o foco na melhoria da Plataforma de Modelagem e Previsão MESOR, utilizando de conhecimentos adquiridos durante a execução do mesmo, a ferramenta se mostrou capaz de competir com as opções do mercado. O projeto mostrou resultados satisfatórios, tanto quanto se esperava, embora não definitivos, deixando espaço para novas melhorias.

O projeto foi limitado em diversas áreas: a abordagem diferente dos *softwares* em relação aos dados de entrada; recursos gráficos não interativos, dificultando análise visual.

Para projetos futuros pode seguir dois caminhos: o *upgrade* do servidor físico que comporta o *software* aumentado a capacidade de processamento local possibilitando maior poder computacional para melhores interações gráficas; a migração da ferramenta para um servidor na nuvem.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade Federal do Cariri (UFCA) pela concessão das bolsas, pelo Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica por todo o apoio durante o desenvolvimento do projeto.

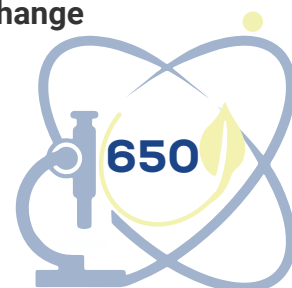
REFERÊNCIAS

BUENO, Rodrigo de Losso da Silveira. **Econometria de séries temporais**. [S. l: s. n.], 2012.

FERREIRA, Ricardo José; FIRMINO, Paulo Renato Alves; CRISTINO, Cláudio Tadeu. A mixed kijima model using the weibull-based generalized renewal processes. **PloSone**, [s. l.], v. 10, n. 7, p. e0133772, 2015. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0133772>. Acesso em: 12 ago. 2022.

ISO, I. S. O. **Iec 9126-1**: Software engineering-product quality-part 1: Quality model. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, v. 21, p. 25, 2001.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14224** Petroleum, petrochemical and natural gas industries—Collection and exchange



of reliability and maintenance data for equipment. [S. l.: s. n.], 2016.

GALLAGER, Robert. **Stochastic processes:** theory for applications. [S. l.]: Cambridge University Press, 2013.

GMDH, GMDH Shell. **Versão 4.8.9.** [S. l.]: GMDH Inc, 2022. Disponível em: https://gmdhsoftware.com/pt_br/pricing-ds/. Acesso em: 12 ago. 2022.

LI, Vickie. **Bug Bounty Bootcamp:** The Guide to Finding and Reporting Web Vulnerabilities. [S. l.: s. n.], 2021.

MORETTIN, Pedro Alberto; TOLOI, Clélia Maria de Castro. **Análise de séries temporais.** [S. l.: s. n.], 2004.

PAST. **Past - 4:** the Past of the Future. Versão 4.11. [S. l.]: Natural History Museum – University of Oslo, jun. 2022. Disponível em: <https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past>. Acesso em: 12 ago. 2022.

PHAM, Hoang. **System software reliability.** [S. l.]: Springer Science & Business Media, 2007.

STATISTIX. **Statistix 10:** Data analysis software for researchers. Versão 10.0.1.5. [S. l.]: Analytical Software, 29 maio 2022. Disponível em: <https://www.statistix.com/free-trial>. Acesso em: 12 ago. 2022.

TIMESERIESLAB, **Time Series Lab:** Advanced Time Series Forecasting Software. Versão 2.0. [S. l.]: Nlitn, 31 jul. 2022. Disponível em: <https://timeserieslab.com/downloads-main>. Acesso em: 12 ago. 2022.

WEIBULL++. **Weibull++:** The industry standard for life data analysis. Versão 20.0.2. [S. l.]: ReliaSoft, 2022. Disponível em: <https://www.reliasoft.com/products/weibull-life-dataanalysis-software>. Acesso em: 12 ago. 2022.



EDUCAÇÃO & EFICÁCIA:

UM ESTUDO SOBRE A PERCEPÇÃO DA EFICÁCIA COLETIVA E INDIVIDUAL DO PROFESSOR

Maria Eduarda Soares Carvalho¹

Nazareno Mateus de Souza²

Yitzhak Yoel Valladares Núñez³

Liryan Samira Silva Pereira⁴

Joyce Fernandes Frutuoso⁵

Luiz Gustavo Menezes Morgado⁶

Marcus Vinicius Almeida Menezes⁷

Wellen Monteiro Macedo⁸

Maria Gabriela Leite de Souza⁹

Cristiane Marinho Uchôa Lopes¹⁰

Deborah Macedo dos Santos¹¹

Thiago Bessa Pontes¹²

¹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), maria.eduarda@aluno.ufca.edu.br

² Universidade Federal do Cariri (UFCA), nazareno.mateus@aluno.ufca.edu.br

³ Universidade Federal do Cariri (UFCA), yitzhak.valladares@aluno.ufca.edu.br

⁴ Universidade Federal do Cariri (UFCA), liryan.samira@aluno.ufca.edu.br

⁵ Universidade Federal do Cariri (UFCA), joyce.frutuoso@aluno.ufca.edu.br

⁶ Universidade Federal do Cariri (UFCA), luiz.morgado@aluno.ufca.edu.br

⁷ Universidade Federal do Cariri (UFCA), marcus.almeida@aluno.ufca.edu.br

⁸ Universidade Federal do Cariri (UFCA), wellen.monteiro@aluno.ufca.edu.br

⁹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), gabriela.leite@aluno.ufca.edu.br

¹⁰ Universidade Federal do Cariri (UFCA), cristiane.marinho@ufca.edu.br

¹¹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), deborah.santos@ufca.edu.br

¹² Universidade Federal do Cariri (UFCA), thiago.bessa@ufca.edu.br



RESUMO

Muitas são as motivações para a formação continuada do professor, quer seja pelo avanço de determinada tecnologia, ou novas leis que buscam reformas educacionais. O certo é que na profissão docente, ele precisa se manter na vanguarda do domínio em que pretende dominar e transferir conhecimentos. A autoeficácia docente é compreendida como um fator de recurso pessoal que pode proteger da experiência de exaustão no trabalho e, assim, tornar o agravamento do burnout menos provável. Este trabalho introdutório tem como objetivo apresentar uma análise bibliométrica sobre a eficácia docente a fim de subsidiar uma pesquisa mais ampla, de metodologia quase-experimental, que realizará o estudo interdisciplinar sobre a percepção da eficácia coletiva e individual do professor, a partir de uma formação sobre teorias cognitivas. A metodologia é de uma pesquisa bibliográfica com suporte a bibliometria. A busca descrita a partir da string Teacher selfefficacy com aplicação dos filtros de busca no ano de publicação: 2018 ou 2019 ou 2020 ou 2021 ou 2022; Tipo de Documento: Artigo; Acesso Aberto: leitura gratuita; Idioma: Inglês; resultando uma amostra total de 128 publicações (N = 128). Os resultados encontrados demonstram majoritariamente benefícios para a literatura. A metodologia utilizada contribuiu com a utilização de material já publicado e bem consolidado. Conclui-se, de modo geral, que a eficácia coletiva e individual do professor tem boa contribuição, tanto para o indivíduo professor, como para a instituição de ensino e a educação de modo geral.

Palavras-chave: Bibliometria; educação; eficácia coletiva; eficácia docente; teorias cognitivas de aprendizagem.

ABSTRACT

There are many motivations for continuing teacher education, whether due to the advancement of technology or new laws that seek educational reforms. It is known that the teacher needs to remain at the forefront of the domain in which he intends to master and transfer knowledge. Teacher self-efficacy is a personal resource that can protect the teacher from burnout at work and make burnout less likely. This introductory work aims to present a bibliometric analysis of teaching effectiveness in order to support a broader research, with a quasi-experimental methodology, which will carry out an interdisciplinary study on the perception of collective and individual teacher effectiveness, based on cognitive theories. The methodology of this research is a bibliographic research with support for bibliometrics. The search string used was Teacher self-efficacy using the filters: Year: year of publication: 2018 or 2019 or 2020 or 2021 or 2022; Document Type: Article; Open Access: free reading; THE; English language; resulting in a total sample of 128 publications (N = 128). The results found mostly demonstrate



benefits for the literature. The methodology used contributed to the use of material already published and consolidated. It is concluded, in general, that the collective and individual effectiveness of the teacher has a good contribution, both for the individual teacher, as for the teaching institution and education in general.

Keywords: Bibliometrics; education; collective efficacy; teaching effectiveness; cognitive theories of learning.

1 INTRODUÇÃO

Muitas são as motivações para a formação continuada do professor, quer seja pelo avanço de determinada tecnologia, ou novas leis que buscam reformas educacionais (COLLARES; MOYSÉS; GERALDI, 1999). O certo é que na profissão de professor, ele precisa se manter na vanguarda do domínio em que ele pretende dominar e transferir conhecimentos.

O que se encontra no arcabouço das reformas educacionais, são a materialização de ideais como: a atualização dos currículos, novos sistemas nacionais de avaliação, a própria formação docente, o uso das novas tecnologias de suporte ao ensino (BOBATO; FERREIRA, 2021)

As competências e habilidades são atributos encontrados na maioria das propostas educacionais desenhadas. São estes predicados necessários à profissão nesses tempos de novas condições e modalidades de trabalho (LIBNEO; OLIVEIRA; TOSCHI, 2011).

Insurgindo assim, de acordo com Bobato e Ferreira (2021, p. 239):

Padrões e modelos de formação de professores e suscitando a expansão da formação em contínuo, que vem atender à demanda imposta pela nova organização da sociedade que exige um determinado tipo de trabalhador com saberes essenciais.

Diante da contínua mudança da sociedade, é importante que estudemos os profissionais da educação, para Vianna (2006, p. 129):

Nada mais verdadeiro do que afirmar que o processo educacional tem um significado imprescindível para o desenvolvimento do ser humano, tanto no passado, como no mundo atual. A educação traz ao homem avanços significativos, no sentido da garantia de um futuro melhor para todos.



Segundo Freire (2014), não há como refletir sobre educação, sem ao menos analisar o Homem, e para tal o homem se conhece como um ser inacabado, e assim busca educar-se. Desta forma, faz-se necessário compreender e aperfeiçoar o ato de educar.

A autoeficácia do professor, se diz respeito à forma como o docente na posição de mestre, julga sua capacidade de ensino, e de tal forma busca empregar diferentes estratégias de ensino em suas aulas (IAOCHITE *et al.*, 2016). É compreendida como um fator de recurso pessoal que pode proteger da experiência de exaustão no trabalho e, assim, tornar o agravamento do burnout menos provável (SCHWARZER; HALLUM, 2008).

É indispensável novos estudos sobre o tema, uma vez que, internacionalmente encontramos numerosas publicações em língua estrangeira e nas mais variadas áreas. De maneira oposta, são poucas as pesquisas brasileiras (BARROS; BATISTA-DOS-SANTOS, 2010).

Isto posto, busca-se discutir e compreender o conceito de autoeficácia. A principal diferença entre autoeficácia e construtos semelhantes, como autoestima, autoconceito, locus de controle e assim por diante, reside nos seguintes três aspectos: (a) autoeficácia implica uma atribuição interna, (b) é prospectiva, referindo-se a comportamentos futuros, e (c) é uma construção operativa, o que significa que essa cognição é próxima ao comportamento crítico, sendo, portanto, um bom preditor do comportamento real (SCHWARZER; HALLUM, 2008).

O êxito vivido por meio da experiência, auxilia na construção da autoeficácia, já as falhas por sua vez podem facilmente comprometê-la (BANDURA, 1994). Para tal, deve-se buscar propor medidas que facilitem a construção da autoeficácia, por meio de instrumentos ligados às habilidades e experiências do professor, de tal maneira que neste estudo faremos uso da Teoria da Carga Cognitiva, detalhada adiante, para auxiliar o professor na estruturação de sua formação continuada por meio da autoeficácia.

Segundo investigação científica, para que seja de fato desenvolvido um novo instrumento de desenvolvimento para medir a autoeficácia do professor, o primeiro passo deve ser a identificação de diferentes habilidades para o trabalho dentro da profissão docente. Quatro áreas principais foram identificadas:



realização no trabalho, desenvolvimento de habilidades no trabalho, interação social com alunos, pais e colegas e lidar com o estresse no trabalho (SCHWARZER; SCHMITZ; DAYTNER, 1999).

Na etapa seguinte, de acordo com a Teoria de Bandura (BANDURA, 1999; SCHWARZER, 1992, 1993) incluiu-se o desenvolvimento de 27 itens para avaliar essas quatro grandes áreas, com o objetivo de avaliar a crença subjetiva de cada indivíduo (SCHWARZER; DAYTNER, 1999).

A “Teoria da autoeficácia fornece orientações explícitas sobre como desenvolver e melhorar a eficácia humana” (BANDURA, 1995). Já a autoeficácia coletiva contribuirá para o desenvolvimento de metas e esforços coletivos, bem como sua persistência quando surgirem barreiras (SCHWARZER, 1999). Dessa maneira, a autoeficácia se assemelha em muito com aspectos da autoeficácia individual, e em partes diferentes, diante de que a percepção da autoeficácia do corpo docente da instituição é considerada com um todo (BZUNECK; GUIMARÃES, 2009).

Criada pelo psicólogo australiano John Sweller em 1988, a Teoria da Carga Cognitiva procura criar maneiras simplificadas para proporcionar um ensino mais eficaz, seu estudo central reflete sobre a Memória de Trabalho (Memória de Curto Prazo - caracterizada pela absorção de informações durante um breve período de tempo), e como esta se relaciona com a Memória de Longo Prazo que ao contrário da anterior, as informações permanecem de certa forma permanentemente (SOUZA, 2010).

Na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia de Richard Mayer, têm por objetivo principal proporcionar uma aprendizagem significativa e não mecânica, com o uso de imagens e palavras (MAYER, 2014). Desta forma, essa teoria utiliza-se desses recursos para contribuir para uma aprendizagem aperfeiçoada.

Modelos instrucionais como o Modelo 4C-ID (*Four-Component Instructional Design*), que tem como base teorias como a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, tem apresentado excelentes resultados no que diz sobre aquisição e transferência de conhecimento, em diferentes áreas (MELO; MIRANDA, 2015; COSTA; MIRANDA, 2019; PONTES, 2020).

A Educação e Eficácia se tornam o foco deste estudo, como diz Mayer



(2014), “A eficácia da aprendizagem da descoberta científica, portanto, depende em grande parte da disponibilidade de orientação adequada”.

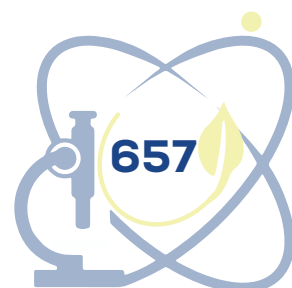
O objetivo deste trabalho é apresentar uma análise bibliométrica introdutória sobre a eficácia docente com o intuito de sustentar uma pesquisa de metodologia quase-experimental que buscará apresentar resultados sob a hipótese de que uma formação docente das Teorias da Carga Cognitiva e Cognitiva da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, apresenta na percepção docente uma Autoeficácia Coletiva e individual do Professor altas associações com a qualidade das relações sociais entre os colegas.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta é uma pesquisa bibliográfica com suporte a bibliometria. Uma pesquisa bibliográfica tem como objetivo permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Praticamente toda pesquisa acadêmica requer em algum momento a realização de trabalho que pode ser caracterizado como pesquisa bibliográfica (GIL, 2017).

O uso da bibliometria tem sido utilizado como técnica quantitativa e estatística. Este tipo de pesquisa bibliográfica, é proveniente da Ciência da Informação (PONTES, 2020). Para esta pesquisa recorreu-se como fonte de pesquisa os artigos publicados em bases de dados abertas, com leitura gratuita, nos últimos 5 (cinco) anos, isto é, entre 2018 e 2022 inclusive.

A base de dados escolhida foi a Web of Science por ser uma fonte científica e confiável, que possui relevantes trabalhos acadêmicos, majoritariamente revisados por pares cegos. O acesso à base de dados da Web of Science deu-se por meio do acesso acadêmico permitido pelos autores desta pesquisa. A string de busca utilizada foi (ALL=(*Teacher selfefficacy*)) com os filtros: Tipo de Documento: Artigo; Acesso Aberto: leitura gratuita; Ano de publicação: 2018 or 2019 or 2020 or 2021 or 2022; Idioma: Inglês. Desta string de busca obteve-se 128 resultados de Coleção principal da Web of Science. As análises são apresentadas a seguir na seção 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.



3 REFERENCIAL TEÓRICO

Sweller e Chandler (1991) definiram que a Teoria da Carga Cognitiva tem como preocupação central a maneira como os recursos cognitivos se focam e são usados durante a aprendizagem e resolução de problemas. No início da década de 80, a teoria predominante para melhor explicar as diferenças de aprendizagem entre sujeitos mais e menos experientes na capacidade de resolver problemas, era a teoria dos esquemas.

Os resultados da investigação que visam testar os pressupostos desta teoria verificaram que os sujeitos menos experientes utilizavam uma estratégia de avanço e recuo na resolução dos problemas, face aos mais experientes, que se valiam do conhecimento adquirido em experiências prévias (SWELLER; CHANDLER, 1991).

A Teoria da Carga Cognitiva parte do pressuposto que existem limites cognitivos humanos sobre a carga de informação a que está sendo submetido (MELO, 2018). E que quando esse limite é ultrapassado, a aprendizagem não possui a qualidade necessária. Por outras palavras, deve-se respeitar os limites cognitivos da arquitetura cognitiva humana (BADDELEY, 1997) para que a aprendizagem seja significativa, de qualidade e eficiente.

Na atualidade lidamos diariamente com um grande volume de informação. Precisamos aprender a selecionar as informações de forma a gerar uma aprendizagem significativa. Como professores precisamos aprender a desenvolver as instruções ou mensagens educacionais da melhor forma, tendo como referência o modo como a mente humana funciona. Este é o princípio central dos estudos da aprendizagem multimédia, realizados por Mayer (2001). Este autor afirma que uma mensagem educacional multimédia, quando bem concebida, promove uma aprendizagem mais profunda.

As três suposições que baseiam a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimédia são: Pressuposto do Canal Dual, no qual o ser humano possui canais de processamento de informação separados (visual e verbal). Pressuposto da Capacidade Limitada de Processamento da Memória, define que há uma limitação no processamento de informação em cada canal, e o Pressuposto do Processamento Ativo no qual a aprendizagem requer um processamento



cognitivo essencial em ambos os canais.

A utilização de provas para avaliar constructos psicológicos, como é o caso da autoeficácia coletiva e individual do professor, pressupõe que os instrumentos que vamos usar devem ser tratados com rigor e cientificidade. Negligenciar as ações de validação dessas provas pode pôr em causa a credibilidade da investigação, pois esta depende do controlo das variáveis que podem ameaçar a validade interna e externa dos planos de investigação (ALMEIDA; FREIRE, 2017; COHEN; MANION; MORRISON, 2005), onde o uso de instrumentos credíveis é essencial.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A busca descrita a partir da string Teacher self-efficacy encontrou um total de 8308 publicações, aplicada a base de dados Web of Science. Após aplicar o filtro de busca no ano de publicação: 2018 or 2019 or 2020 ou 2021 or 2022, foram removidos 3483 por se encontrarem antes de 2018, de tal modo que, buscamos fazer análise a partir das pesquisas mais recentes. Ao aplicar os filtros de busca Tipo de Documento: Artigo; Acesso Aberto: leitura gratuita; A; Idioma: Inglês, foram removidas outros 4747, resultando uma amostra total de 128 publicações (N = 128).

Na amostra em estudo (N = 128), um total de 10 publicações foram lidas integralmente para uma análise mais detalhada. A Figura 1 apresenta a tabela de dados de análise de acordo com os anos de publicação, observa-se o crescente número de publicações feitas entre os anos de 2018 a 2022. Desta maneira, podemos constatar que levando em consideração a margem de crescimento dos anos anteriores, o ano de 2022 deve superar as taxas de 2021.

Figura 1 – Dados de análise

Campo: Anos da publicação	Contagem do registro	% de 128
2022	30	23.438%
2021	42	32.813%
2020	24	18.750%
2019	15	11.719%
2018	17	13.281%

Tabela de dados de análise

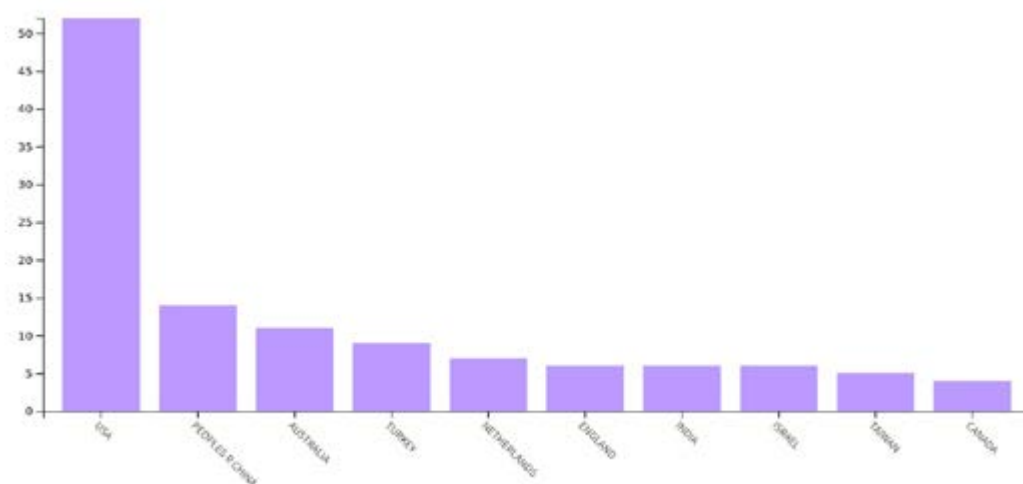
Fonte: *Web of Science*.

Gráfico 1 – Afiliação



Fonte: *Web of Science*.

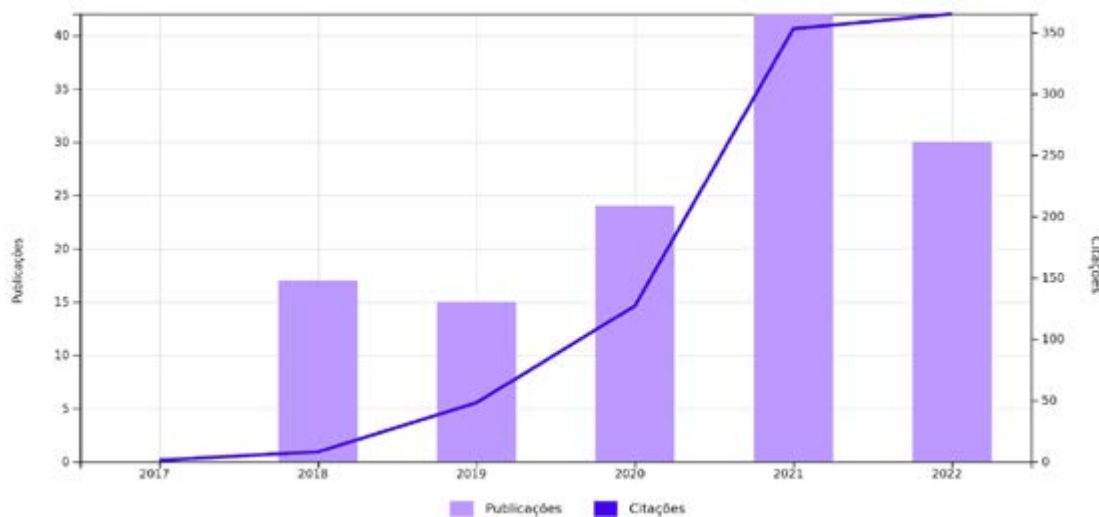
Gráfico 2 – Países/Regiões



Fonte: Web of Science.

Quanto às citações e publicações no gráfico 3 seguem aumentando progressivamente. No ano de 2021 o número de citações obteve mais de 100% de crescimento ao passo que a quantidade de publicações quase dobrou.

Gráfico 3 – Número de citações e publicações ao longo do tempo



Fonte: Web of Science.

Assim sendo, podemos concluir que a taxa de publicações relacionadas a *Teacher self-efficacy* está crescendo progressivamente, e esta é a tendência para o ano de 2022. Os dados coletados foram extraídos da própria base de

dados escolhida, tanto pela segurança, como pela qualidade das informações. É importante ressaltar que o estudo em questão é o início de uma pesquisa mais aprofundada sobre o tema da Percepção da Eficácia Coletiva e Individual do Professor, e que por ora, encontra-se estabelecido nos objetivos propostos.

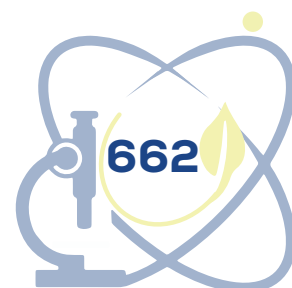
5 CONCLUSÕES

Este trabalho introdutório tem como objetivo subsidiar uma pesquisa mais ampla que realizará o estudo interdisciplinar sobre a percepção da eficácia coletiva e individual do professor, a partir de uma formação sobre Teoria da Carga Cognitiva (SWELLER, 2004) e Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (MAYER, 2009). Levanta-se como hipótese que uma formação docente sobre as Teorias da Carga Cognitiva e Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia apresenta, na percepção do professor, uma Autoeficácia Coletiva e individual do Professor altas associações com a qualidade das relações sociais entre os colegas.

A autoeficácia é um tema ainda pouco estudado na pesquisa científica brasileira, em comparação ao cenário internacional, panorama no qual, diante do alto crescimento mundo afora de artigos relacionados, possa crescer cada vez mais nacionalmente, sendo este um ponto que demanda investigação futura. Tal é a importância que o professor busque manter contínua sua formação docente, para que desta forma possamos enxergar um crescimento cada vez maior na educação.

Os resultados encontrados demonstram majoritariamente benefícios para a literatura. A metodologia utilizada contribuiu com a utilização de material já publicado e bem consolidado.

De modo geral, a eficácia coletiva e individual do professor tem boa contribuição, tanto para o indivíduo professor, como para a instituição de ensino e a educação de modo geral. Portanto, espera-se que este estudo contribua para a pesquisa científica ligada a autoeficácia, e formação docente continuada do professor, para que assim possa-se atingir cada vez mais resultados positivos na educação, e no conhecimento do Homem como educador.



AGRADECIMENTOS

Os mais sinceros agradecimentos ao grupo de pesquisa Computation and Design (CoDe), que impulsiona cada membro. Agradecemos a Universidade Federal do Cariri (UFCA) pelo ensino de qualidade, por acreditar na educação e na pesquisa científica como forma de crescimento, e por fim, agradecemos a mesma por financiar esta bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Leandro; FREIRE, Teresa. **Metodologia de investigação em Psicologia e Educação**. 5. ed. Braga: Psiquilíbrios, 2017.

BADDELEY, Alan. **Human Memory: theory and practice**. East Sussex: Psychology Press, 1997.

BANDURA, Albert. Exercise of personal and collective efficacy in changing societies. *In*: BANDURA, Albert (ed.). **Self-efficacy in changing societies**. New York: Cambridge University Press, 1995. p. 1-45.

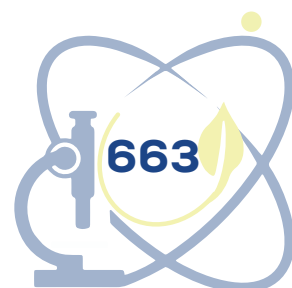
BANDURA, Albert. **Self-efficacy: the exercise of control**. New York: Freeman, 1997.

BANDURA, Albert. The growing primacy of perceived efficacy in human selfdevelopment, adaptation and change. *In*: SALANOVA, M. *et al.* (ed.). **Nuevos horizontes en la investigación sobre la autoeficacia**. Castelló de la Plana: Publicacions de la Universitat Jaume I, D. L., 2004. p. 33-51. (Collecció Psique, n. 8). Disponível em: <http://www.des.emory.edu/mfp/NuevosHorizontes>. Acesso em: 28 set. 2007.

BARROS, Marizeth; BATISTA-DOS-SANTOS, Ana Cristina. Por dentro da autoeficácia: um estudo sobre seus fundamentos teóricos, suas fontes e conceitos correlatos. **Revista Espaço Acadêmico**, [s. l.], v. 10, n. 112, p. 1-9, 2010. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/espacoacademico/article/view/10818>. Acesso em: 3 maio. 2021.

BOBATO, Francine Cordeiro; FERREIRA, Paloma Domingues. Estudo comparado das políticas de Formação continuada para professores: possíveis reflexões a partir do brasil e da argentina. **Revista Inter Ação**, [s. l.], v. 46, n. 1, p. 238-255, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/interacao/article/view/65176>. Acesso em: 3 maio 2021.

BZUNECK, José Aloyseo; GUIMARÃES, Sueli Édi Rufini. Eficácia coletiva dos professores e implicações para o contexto educacional brasileiro. **ETD - Educação Temática Digital**, [s. l.], v. 10, p. 1-15, 2009. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/932>. Acesso em: 3 maio 2021.



COLLARES, Cecília Azevedo Lima; MOYSÉS, Maria Aparecida Affonso; GERALDI, João Wanderley. Educação Continuada: a política da descontinuidade.

Educação e Sociedade, Campinas, v. 20, n. 68, p. 202, dez. 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/7rhBBsrKpd4jyCcDWzzC5Kk/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 3 maio 2021.

COSTA, Joana Martinho; MIRANDA, Guilhermina Lobato. Using alicse software with 4C-ID Model: Effects in Programming Knowledge and Logical Reasoning.

Informatics in Education, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 1-15, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.15388/infedu.2019.01>. Acesso em: 3 maio 2021.

FREIRE, Paulo. **Educação e mudança**. [S. l.]: Editora Paz e Terra, 2014.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. v. 6. São Paulo: Atlas, 2017.

IAOCHITE, Roberto Tadeu *et al.* Autoeficácia no campo educacional: revisão das publicações em periódicos brasileiros.

Psicologia Escolar e Educacional, São Paulo, v. 20, p. 45-54, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pee/a/KzMjLQddwwfPNnNF5MSt9hB/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 3 maio 2021.

LIBÂNEO, José Carlos. Políticas educacionais no Brasil: desfiguramento da escola e do conhecimento escolar.

Cadernos de Pesquisa, São Paulo, v. 46, n. 159, p. 38-62, jan./mar. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cp/a/ZDTgY4GVPJ5rNYZQfWyBPPb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 03 maio 2021.

MAYER, Richard. (ed.) Advanced Principles of Multimedia Learning. **The Cambridge Handbook of Multimedia Learning**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. p. 369-620. (Cambridge Handbooks in Psychology).

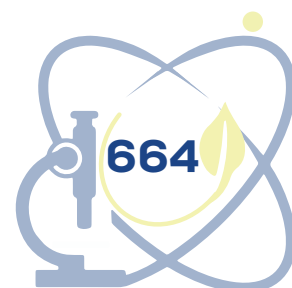
MELO, Mário; MIRANDA, Guilhermina Lobato. Learning electrical circuits: the effects of the 4C-ID instructional approach in the acquisition and transfer of knowledge.

Journal of Information Technology Education: Research, [s. l.], v. 14, p. 313-337, 2015. Disponível em: <https://www.jite.org/documents/Vol14/JITEv14ResearchP313-337Melo1752.pdf>. Acesso em: 3 maio 2021.

SCHWARZER, Ralf; SCHMITZ, Gerdamarie; DAYTNER, Gary. **Teacher self-efficacy**. 1999. Disponível em: https://userpage.fu-berlin.de/~health/teacher_se.htm. Acesso em: 3 maio 2021.

SCHWARZER, Ralf; SCHMITZ, Gerdamarie; DAYTNER, Gary. **Collective Teacher selfefficacy**. 1999. Disponível em: http://userpage.fu-berlin.de/~gesund/skalen/Language_Selection/Turkish/Collective_Teacher_Self-Effica/hauptteil_collective_teacher_self-effica.htm. Acesso em: 03 maio 2021.

SCHWARZER, Ralf; HALLUM, Suhair. Perceived teacher self-efficacy as a predictor of job stress and burnout: Mediation analyses. **Applied Psychology**, [s. l.], v. 57, p. 152-171, 2008. Disponível em: <https://iaap-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1464-0597.2008.00359.x>. Acesso em: 03 maio 2021.



SCHWARZER, Ralf (ed.). **Self-efficacy**. Thought control of action. Washington, DC: Hemisphere, 1992.

SCHWARZER, Ralf. **Stress, Angst und Handlungsregulation**. 3. ed. Stuttgart: Kohlhammer, 1993.

SOUZA, Nelson. **Teoria da carga cognitiva**: origem, desenvolvimento e diretrizes aplicáveis ao processo ensino-aprendizagem. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

SWELLER, John; CHANDLER, Paul. Cognitive load theory and the format of instruction. **Research Online**, [s. l.], 1991.

PONTES, Thiago. **Ensino da programação informática para estudantes de Arquitetura**: aplicação do modelo instrutivo 4C/ID e seus efeitos nos conhecimentos, motivação e aprendizagem autodirigida. 2020. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2020.

VIANNA, Carlos Eduardo Souza. Evolução histórica do conceito de educação e os objetivos constitucionais da educação brasileira. **Revista Janus**, Lorena, v. 3, n. 4, 2006. Disponível em: <https://docplayer.com.br/19367028-Evolucao-historica-do-conceito-de-educacao-e-os-objetivos-constitucionais-da-educacao-brasileira.html>. Acesso em: 03 maio 2021.



CONTEXTUALIZANDO A EDUCAÇÃO AMBIENTAL A PARTIR DO ESTUDO DA COBERTURA DA SUPERFÍCIE NA MESORREGIÃO DO SUL CEARENSE

Maria Natália Marcena dos Santos¹

Alexandre Vieira Sousa²

Francineide Amorim Costa Santos³

RESUMO

O presente trabalho relata aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) no ensino de Física, contextualizando a educação ambiental a partir do estudo da cobertura da superfície na mesorregião do sul cearense, por meio do conteúdo de Termologia, especificamente o estudo de radiação, transmissão de calor e espectro eletromagnético. O objetivo foi apresentar uma sequência de ensino, a partir de dados de sensoriamento remoto já processados, a promoção da Educação Ambiental na disciplina Física. O texto aborda os conceitos de sensoriamento remoto, aprendizagem significativa e UEPS. E por fim, relata alguns passos adotados, apresentando apenas resultados preliminares, por meio de atividades de análise das variáveis envolvidas no estudo - índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e radiação de ondas longas (ROL) - realizadas com base na realidade do aluno e contemplando imagens da região do Cariri Cearense, contextualizando os conteúdos de Física.

Palavras-chave: ensino de Física; educação ambiental; sensoriamento remoto; UEPS.

¹ Instituto de Formação de Educadores (IFE), Universidade Federal do Cariri (UFCA), Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica (PIICT), natalia.marcena@aluno.ufca.edu.br

² Instituto de Formação de Educadores (IFE), Universidade Federal do Cariri (UFCA), Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica (PIICT), alexandre.sousa@aluno.ufca.edu.br

³ Instituto de Formação de Educadores (IFE), Universidade Federal do Cariri (UFCA), Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica (PIICT), francineide.amorim@ufca.edu.br



ABSTRACT

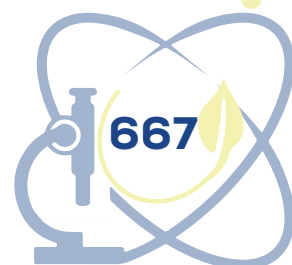
The present work reports the application of a Potentially Significant Teaching Unit (UEPS) in the teaching of Physics, contextualizing environmental education from the study of surface coverage in the southern mesoregion of Ceará, through the content of Thermology, specifically the study of radiation, heat transmission and electromagnetic spectrum. The objective was to present a teaching sequence, from remote sensing data already processed, the promotion of Environmental Education in the physical discipline. The text addresses the concepts of remote sensing, meaningful learning and UIFFs. Finally, it reports some adopted steps, presenting only preliminary results, through activities of analysis of the variables involved in the study - normalized difference vegetation index (NDVI) and long wave radiation (ROL) - performed based on the student's reality and comeming images of the Cariri Cearense region, contextualizing the contents of Physics.

Keywords: Physics teaching; environmental education; remote sensing; UEPS.

1 INTRODUÇÃO

As preocupações ambientais cresceram ao longo das últimas décadas ao ponto de estarem agora na agenda e sendo discutido por muitas nações e organizações internacionais. Situação evidenciada na 26ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP26), que aconteceu em novembro de 2021 na Escócia que teve como objetivo negociar ações que possam frear a mudança do clima, com metas e compromissos de diferentes nações.

A partir disso, torna-se fundamental incluir discussões sobre questões ambientais em sala de aula, por conferir com os respectivos padrões onde a sociedade tem o contato mais eficaz com o conhecimento organizado pelas diversas esferas sociais. No que tange a incorporação de um tema ambiental nas aulas de ciências, com base no contexto local, pode ajudar a conscientizar a necessidade de preservação ambiental e proporcionar aos alunos maior motivação para estudar determinado assunto. A exemplo de Santos *et al.* (2022) traz no seu trabalho uma proposta direcionada a temática ambiental na educação básica, com suporte da Física, usando dados de sensoriamento remoto (SR). Neste caso Santos *et al.* (2022) apresenta documentos da legislação como a atual Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (SANTOS, 2022; BRASIL, 2018), a qual afirma que é responsabilidade do sistema e rede de ensino, tal como as escolas, incluírem o tratamento da educação ambiental no currículo, assim



como, as referidas competências essenciais para aprendizagem do ensino de ciências naturais (SANTOS, 2022; BRASIL, 2018).

Diante do exposto, podemos traçar uma relação com o ensino de física, sendo uma alternativa para estender aspectos do conteúdo científico a fenômenos socioambientais que afligem a todos, problematizando o currículo de Física para além da sala de aula. Nesse contexto, isso pode se efetivar através do estudo da influência da vegetação nativa para a manutenção do equilíbrio do microclima local, visto que alterações na cobertura do solo podem ocasionar mudanças nas trocas energéticas entre a superfície e a atmosfera (SANTOS, 2021). Nesse contexto, o fato de que áreas degradadas “aquecem” a superfície da Terra mais do que as áreas vegetadas, é importante dirigir a atenção a essas mudanças. Isso porque áreas degradadas não usam radiação solar para processos biológicos como evaporação da água e fotossíntese, mas sim para aquecer o solo, que por sua vez aquece a atmosfera.

De acordo com Oyama e Nobre (2004), o processo de mudança da cobertura do solo afeta o clima, pois a atmosfera é influenciada por características da superfície que prejudicam a troca de energia, água e carbono (SANTOS, 2022; OYAMA; NOBRE, 2004). Com a melhoria contínua dos meios de aquisição e processamento de dados espaciais, há um consenso no meio acadêmico e político de que é necessário o uso de novas tecnologias com foco na representação e quantificação de superfícies terrestres para auxiliar o diagnóstico final, principalmente o diagnóstico ambiental, pois essas tecnologias estão se tornando mais modernas e dinâmicas (MOURA; SILVA, 2015).

Convém ressaltar que, para a Região do Cariri Cearense, alguns trabalhos já trazem essa tentativa de contextualização com a questão ambiental local, tendo em vista envolver a temática ambiental em física na perspectiva de algumas variáveis ambientais estimadas a partir de Sensoriamento Remoto (SR) (SANTOS, 2022; SANTOS, 2021; SOUSA, 2021).

Nesse contexto, as Unidades de Ensino Potencialmente Significante (UEPS), popularizadas por Marco Antônio Moreira, são uma sequência de instrução que responde às necessidades pedagógicas em busca da melhor maneira de conectar igualmente a mais aspectos significativos de um tema com aspectos específicos que são relevantes para a estrutura cognitiva do aluno



e, como resultado, fomentar o aprendizado significativo (MOREIRA, 2011). No que se refere, a aprendizagem significativa Moreira (2011) defende a visão de David Ausubel, como sendo uma aprendizagem em que as ideias expressas simbolicamente interagem de forma substantiva e não arbitrária com o que o aluno já sabe. Substantivo significa não literal e não arbitrário no sentido de que a interação não é com nenhum pensamento prévio, mas conhecimento concretamente relevante que já existe na estrutura cognitiva do sujeito de aprendizagem (MOREIRA, 2011).

Dessa maneira a presente pesquisa tem por objetivo geral apresentar uma sequência de ensino, a partir de dados de sensoriamento remoto⁴ já processados, a promoção da Educação Ambiental na disciplina Física, tanto na perspectiva da análise das variáveis envolvidas no estudo - índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), radiação de ondas longas (ROL) e temperatura da superfície T_s -, como no sentido de proporcionar um aprendizado consolidado mediante a obtenção de resultados concretos, coerentes com a prática e a elaboração de uma sequência de ensino Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) contemplando imagens da região do Cariri Cearense.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 Sensoriamento remoto

Em linhas gerais, o trabalho é recorrente ao trabalho da primeira autora junto com o Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica (PIICT) na modalidade PIBIC da Universidade Federal do Cariri, Santos (2021) que aborda o sensoriamento remoto interligando as imagens processadas no intervalo de 10 anos a conteúdos da Física, como exemplo as variáveis de NDVI e ROL. De forma geral, apresenta a Lei de Stefan-Boltzman (Equação 1), como sugestão a ser utilizada para determinar a quantidade de radiação emitida pela superfície terrestre (SANTOS, 2021).

⁴ Segundo a definição mais clássica, SR é uma tecnologia que permite adquirir imagens e informações da superfície da Terra sem contato físico entre o sensor e o objeto de estudo (BATISTA; DIAS, 2005).



$$ROL = \epsilon_{\lambda} \sigma T_S^4 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

(Rol) é a radiação de onda longa emitida;

ϵ_{λ} é a emissividade da superfície;

T_s é a temperatura da superfície e σ é a constante de Stefan Boltzman ($5,67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$).

Em relação a variável NDVI, utiliza-se como fundamentação o cálculo que é dado pela razão entre as diferenças na refletividade das bandas do infravermelho próximo (ρ_{IV}) e do vermelho (ρ_V) e a soma delas (Equação 2):

$$NDVI = \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + \rho_V} \quad (\text{Equação 2})$$

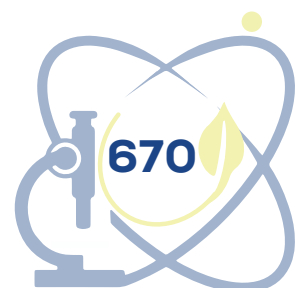
$$\rho_{IV} + \rho_V$$

onde as refletâncias são obtidas de dados do satélite (SANTOS, 2022).

Esse índice, que é apresentado com mais detalhes em Santos *et al.* (2022), permite fazer análises sobre a cobertura vegetal de uma região, pois as plantas absorvem radiação solar visível (na região do vermelho, pela ação da clorofila) e refletem pelas estruturas celulares das folhas na região do infravermelho próximo. Seu valor varia de “-1” a “1”, e quanto maior o valor, maior é a presença de vegetação.

2.2 UEPS

A metodologia consistiu em contextualizar os resultados do processamento das imagens aos conteúdos trabalhados na disciplina Física, como uma alternativa de contextualização para a Educação Ambiental. Para isso, foi proposto a construção de “Unidades de Ensino Potencialmente Significativas”, que são sequência de ensino e aprendizagem fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica, seguindo os pressupostos descritos em Moreira (2011). De forma geral a UEPS foi estruturada para o estudo e sua aplicação em sala de aula. Para tanto, organizada em etapas que são detalhadas cada uma com as devidas atividades e sugestões de organizadores prévios e duração de cada aula para sua aplicação no ensino.



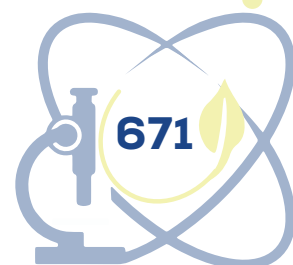
Os resultados serão organizados em um material didático a ser disponibilizado ao público, em trabalhos futuros, que poderá ser utilizado por professores da Educação Básica. A princípio, esse canal poderá ser um site, mas essa possibilidade ainda está aberta a modificações. Além disso, a metodologia de processamento das imagens pode ser encontrada com detalhes em SANTOS *et al.* (2018).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

É preciso entender que aquisição e a organização dos conceitos para que possam ser apreendidos de forma significativa, faz-se necessário que o aprendiz não seja um mero receptor. À medida que constrói seu aprendizado a partir do que já sabe, do conhecimento que já traz, o aprendiz irá então se engajar em uma harmonia integrativa e diferenciação progressiva, o que significa que seus conhecimentos podem ser significativamente construídos (MOREIRA, 2006).

A UEPS, idealizada por Marco Antônio Moreira, é uma sequência didática baseada em teorias de aprendizagem, especialmente na teoria da Aprendizagem Significativa, partindo da premissa de que não há ensino sem aprendizagem, ensino como meio e aprendizagem como fim último. Passos de construção recomendados para a UEPS e exemplos são encontrados em Moreira (2012), apresentando 8 etapas fundamentais para criação da UEPS no que diz respeito aos aspectos sequenciais a investigação dos conhecimentos prévios, responsável por fazer um levantamento das estruturas cognitivas por meio de situações que incentivam os estudantes a elencar conceitos, coisas ou fatos que julgam ter algum tipo de relação com o conteúdo iniciado. Ademais, tem-se a utilização do(s) organizador(es) prévio(s), utilizando-se de situações problemas introdutórios – propondo questões em nível introdutório – no intuito de criar o ambiente propício para introdução do conhecimento sobre o conteúdo a ser estudado.

Em seguida, trabalha-se a diferenciação progressiva que se divide em duas etapas, a primeira é apresentação do conceito mais geral e a segunda apresentação de conceitos intermediários – em maior nível de complexidade. Além disso, tem a reconciliação integrativa, apresentando os conceitos específicos, retornando as características mais relevantes do conteúdo. E por último, são



feitas três etapas de avaliação, duas feitas apenas pelos alunos, a primeira para diagnosticar a aprendizagem dos alunos e a outra sobre a qualidade da UEPS, a qual permite os estudantes sugerirem melhorias na mesma. De igual modo, o próprio mediador(professor) faz uma autoavaliação sobre o desempenho da UEPS, por meio das avaliações dos discentes.

Nesse contexto, a UEPS é uma sequência didática que atende a necessidades pedagógicas em busca da melhor forma de relacionar os aspectos mais importantes de um tema com aspectos específicos, que são relevantes para a estrutura cognitiva do aprendiz e, assim, promover uma aprendizagem significativa (MOREIRA, 2011). O autor ressalta que encontrar evidências de aprendizagem significativa deve ser sempre o objetivo final dos professores que pretendem utilizar a UEPS como ferramenta de aprendizagem (MOREIRA, 2011). Na área de Ciências, muitos trabalhos têm utilizado as UEPS como ferramenta para potencializar o aprendizado (SILVA, 2021; GEHLEN 2012).

Nessa perspectiva, entendemos que explorar o próprio espectro eletromagnético a partir das imagens SR ajuda a compreender os conceitos e permite a espacialização dos resultados na imagem para permitir que os alunos consolidem o aprendizado e tirem suas próprias conclusões sobre o comportamento do corpo na superfície da Terra, objetivando uma aprendizagem significativa, como defendida por Ausubel. A partir da imagem processada, pode-se estudar a diferença de energia emitida por diferentes coberturas de superfície, como áreas vegetadas versus urbanas, e perceber que embora recebam a mesma quantidade de radiação do Sol, as superfícies que irradiam calor em torno do espaço de formas diferentes (SANTOS *et al.*, 2018).

Fica evidente no trabalho, Santos *et al.* (2022) que

[...] os princípios físicos do SR podem ser explorados pelas ciências de um modo geral, mas a física, especificamente, pode se beneficiar através de estudos que envolvam energia eletromagnética e sua interação com a matéria (os componentes da superfície terrestre), permitindo ao aprendiz explorar os dados ao mesmo tempo em que aprende conceitos físicos (SANTOS, 2022, p. 240).

Nessa perspectiva, o uso do sensoriamento remoto (SR) para pesquisas ambientais pode ser muito importante, sua função é transmitir a percepção sensorial humana, ou seja, nossa relação com o espaço e nossa percepção da



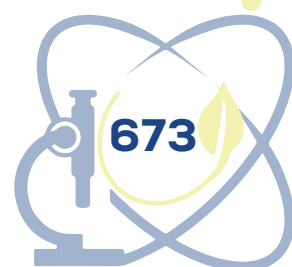
situação circundante, seja dada pela visão aérea panorâmica vistas, ou obter informações em regiões do espectro eletromagnético que são inacessíveis à visão humana (SANTOS, 2021).

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS PRELIMINARES

O objetivo desta seção é apresentar alguns aspectos sobre o desenvolvimento da UEPS criada e aplicada junto a uma turma da Educação Básica de uma escola do município de Abaiara. Vale ressaltar que a proposta de aplicação junto aos estudantes foi submetida ao Comitê de Ética da UFCA, via Plataforma Brasil e obteve parecer favorável. A UEPS foi organizada em etapas, cujo passo-a-passo, bem como a descrição detalhada da sua aplicação junto à turma, é objetivo de trabalho futuro.

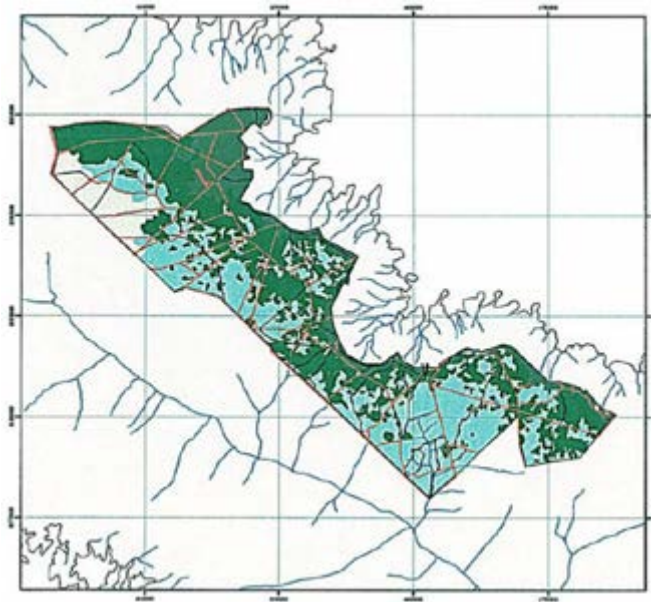
Para evitar uma aprendizagem memorística ou a famosa “decoreba”, este trabalho consistiu no desenvolvimento por meio de uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) para o estudo da termologia, abordando a temática ambiental e o uso de dados de sensoriamento remoto, objetivando ir progressivamente diferenciando e integrando novos significados aos já existentes na estrutura cognitiva do estudante. Nesta direção, a UEPS foi desenvolvida em 7 etapas (que necessitou de 8 aulas), de forma a utilizar a análise das variáveis ambientais da própria região do Cariri Cearense, no sentido de proporcionar uma aprendizagem significativa a partir do contexto real dos educandos. Foram trabalhadas 6 imagens, três de NDV, uma de ROL e duas de Temperatura da superfície (Ts), que foram incorporadas no passo diferenciação progressiva: Apresentação do conceito mais geral da UEPS. A culminância das etapas da UEPS se deu com a realização de uma oficina no laboratório de informática da UFCA, no campus Brejo Santo. Durante a oficina, foram fornecidas aos estudantes as imagens brutas para serem processadas utilizando o programa QGIS, nesse momento os mesmos tiveram a oportunidade de utilizar algumas ferramentas do programa, como a calculadora de imagens, onde puderam inserir na Equação 1 as imagens necessárias para o cálculo de ROL.

A Figura 1 refere-se a imagem da Mesorregião do Cariri Cearense, que corresponde a área de estudo em questão e que abriga uma importante unidade



de conservação ambiental, a Floresta Nacional do Araripe (FLONA). Já a Figura 2 apresenta as imagens de NDVI e ROL, e a Figura 3 a imagem de Ts trabalhadas na diferenciação progressiva: Apresentação do conceito mais geral da UEPS⁵. Essas imagens permitem inferir sobre a importância da vegetação nativa, pois pode-se perceber claramente que os maiores valores de NDVI ocorrem para as áreas mais vegetadas, como na área da FLONA que se destaca na cor azul.

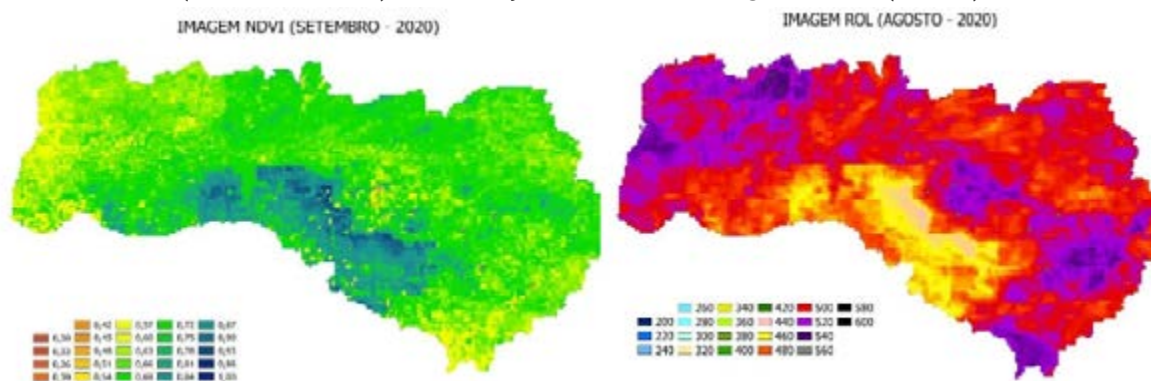
Figura 1 – Delimitação da Floresta Nacional do Araripe



Fonte: adaptado de www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-demanejo/flona_araripe_pm_sum1.pdf.

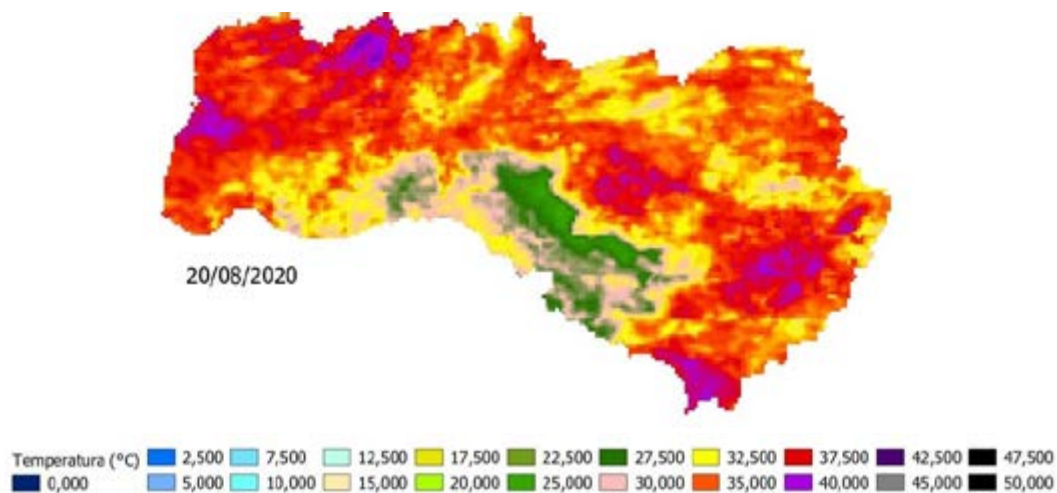
⁵ Detalhes do *download* e processamento das imagens, assim como alguns resultados preliminares para mesorregião do Cariri Cearense, encontram-se em Santos *et al.* (2022) e Santos *et al.* (2021). As imagens aqui apresentadas foram anteriormente processadas no âmbito de PIBIC UFCA.

Figura 2 – Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI (adimensional) e Radiação de Onda Longa – ROL (W.m²)



Fonte: autoria própria (2022).

Figura 3 – Temperatura da superfície (°C)



Fonte: autoria própria (2022).

Foram trabalhadas 3 imagens, de NDV, ROL e Ts no passo diferenciação progressiva, na apresentação do conceito mais geral da UEPS, no que tange, observar se o estudante teria a habilidade de diferenciar progressivamente de forma inclusiva o que foi visto na etapa prévia e seguir abordando os aspectos mais específicos (SILVA, 2019; MOREIRA, 2011). As imagens, já processadas, foram fornecidas aos estudantes para contextualizar o conteúdo de Termologia. Foi observado que na imagem de NDVI os alunos no primeiro momento associavam as cores a elementos da natureza, nos pontos em azul significava presença de água e os verdes a vegetação, além disso, vale ressaltar que antes

disso a bolsista apresentou a área da Chapada do Araripe, um dos alunos logo pontou que a referida área em azul parecia muito com o desenho da Chapada. O aluno A coloca em questão: “caso seja a chapada, por que a gente tem uma pequena terra de árvores? O que poderia ter acontecido isso?” Outro aluno B tenta responder: “acho que isso tem a ver com o desmatamento, e essas na cor verde cidades, no caso tem outros pontos azuis. Realmente estamos acabando com as árvores, por isso tão quente.”. Parece claro afirmar que, se tem uma relação de meio e fim, na busca de soluções para as perguntas do aluno A, se caracterizando como uma estrutura de descoberta (HAMMEL, 2019; AUSUBEL, 2003).

No que se refere a imagem de Ts, os alunos logo associaram que se tratava de temperatura por conta da unidade de medida ($^{\circ}\text{C}$) apresentada na imagem, e começaram a identificar os pontos mais quentes de acordo com a legenda. Além disso, os alunos começaram a evidenciar quando colocadas as duas imagens juntas, onde se tem uma maior concentração de vegetação tende a ser mais frio aquele local. Além disso, alguns alunos tentaram interligar seus conhecimentos prévios sobre terminologia as imagens, principalmente ROL. A exemplo de um aluno mencionar que a imagem referente a ROL se parece muito com uma vista no seu livro didático de física. Outro aluno faz um breve comentário com um comparativo: “acho que essas imagens são produzidas pelo calor do sol, igual com a gente quando medimos nossa temperatura quando vamos entrar na escola, acredito que produzimos calor assim como o para o termômetro térmico.”. Fica evidente nessa situação, novamente a inclusão da teoria de Ausubel, que a aprendizagem por descoberta envolve transformação, síntese, formulação de hipótese, argumentação, rearranjo, recombinação e interação (HAMMEL, 2019; AUSUBEL, 2003).

A culminância das etapas da UEPS se deu com a realização de uma oficina no laboratório de informática da UFCA, no campus Brejo Santo. Durante a oficina, foram fornecidas aos estudantes as imagens brutas para serem processadas por eles mesmos, utilizando o programa QGIS. Nesse momento os estudantes tiveram a oportunidade de utilizar algumas ferramentas do programa, como a calculadora de imagens, onde puderam inserir na Equação 1 as imagens necessárias para o cálculo de ROL (Figura 4).

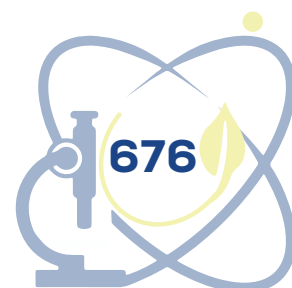


Figura 4 – Oficina no laboratório de informática da UFCA



Fonte: autoria própria (2022).

Nesse momento foram levantadas informações acerca das imagens trazendo toda uma análise que justificava a diferença em variáveis como o índice de vegetação e a radiação de ondas longas de uma imagem para outra do mesmo ano, mas em períodos diferentes. É claro que, foi apresentada de maneira superficial a equação de Stefan-Boltzmann, por meio de sua equação, podemos ver que há uma relação direta entre emissão radiante ($\epsilon\lambda$) e temperatura (T_s), e que essa relação não é linear; em outras palavras, um pequeno aumento na temperatura corresponde a um grande aumento na emissão de radiação (BAPTISTA, 2012).

5 CONCLUSÕES

Na apresentação da sequência de ensino, a partir dos dados de sensoriamento remoto já processados, verificou os aspectos metodológicos selecionados e pressupostos teóricos da teoria da aprendizagem significativa, as quais, somaram à construção de conceitos e assimilação, sendo realizados satisfatoriamente. Além disso, foi observado que as situações-problemas, a mini oficina, o processamento de imagens feitas pelos próprios alunos, o exercício de interpretação de imagens mediante seus conhecimentos prévios, ajudaram os alunos a organizar e reorganizar suas ideias. Ficou evidenciado, que os

alunos conseguirão trabalhar e interagir de forma não trivial e substantiva novos conceitos com seus conhecimentos prévios.

Com referência, a Educação Ambiental na disciplina Física, o uso de forma superficial das equações 1 e 2, na perspectiva da análise das variáveis envolvidas no estudo - índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) e radiação de ondas longas (ROL), apresentaram variações em suas taxas de emissão. Neste sentido proporcionaram uma aprendizagem consolidado mediante a obtenção de resultados concretos, coerentes com a prática e a elaboração da sequência de ensino Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) que contemplou de forma satisfatória as imagens da região do Cariri Cearense.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o financiamento do Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica (PIICT) na modalidade PIBIC da Universidade Federal do Cariri viabilizando realização da pesquisa.

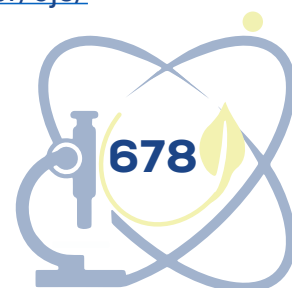
REFERÊNCIAS

BATISTA, Getulio T.; DIAS, Nelson W. Introdução ao sensoriamento remoto e processamento de imagens. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, [s. l.], 12., 2005, v. 6, p. 9-10.

COSTA, Thomaz C. e C. da; OLIVEIRA, Maria A. J. de; ACCIOLY, Luciano J. de O.; SILVA, Flávio H. B. B. da. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/ PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 961-974, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/gzNCsHF8vzF4kF3VSz9bCZd/>. Acesso em: 2 ago. 2022.

GEHLEN, Simoni Tormöhlen; MALDANER, Otavio Aloisio; DELIZOICOV, Demétrio. Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a educação em ciências. **Ciências & Educação**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 1-22, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/ML7c8VPgB8hqrB3vPCNww8p>. Acesso em: 2 ago. 2022.

HAMMEL, Cristiane; MIYAHARA, Ricardo Yoshimitsu; SANTOS, Sandro Aparecido dos. O estudo do espectro eletromagnético: o ensino através de uma sequência didática - ueps / the study of the electromechanical Spectrum: teaching through a teaching sequence – PMTU. **Revista Dynamis**, [s. l.], v. 25, n. 3, p. 26-37, nov. 2019. ISSN 1982-4866. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/>



index.php/dynamis/article/view/8475. Acesso em: 2 ago. 2022.

MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas. **Aprendizagem Significativa em Revista**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 43-63. 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/?go=artigos&idEdicao=2>. Acesso em: 2 ago. 2022.

MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

SÁ, Iêdo Bezerra; CUNHA, Tony Jarbas Ferreira; TAURA, Tatiana Ayako; DRUMOND, Marcos Antônio. Mapeamento da desertificação da mesorregião Sul do Ceará com base na cobertura vegetal e nas classes de solos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [s. l.], v. 7, n. 3, p. 572-583, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233220/27076>. Acesso em: 2 ago. 2022.

SANTOS, Francineide Amorim Costa *et al.* Textos de apoio ao professor de Física: Sensoriamento Remoto (SR) como forma de contextualização e prática da Educação Ambiental na disciplina de Física. **Instituto de Física – UFRGS**, Rio Grande do Sul, v. 29, n. 3, p. 5-105, 2018. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/tapf_v29n3.pdf. Acesso em: 2 ago. 2022.

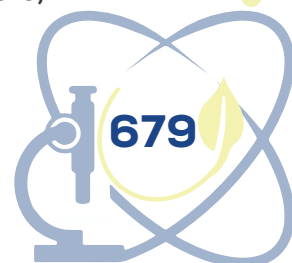
SANTOS, Francineide Amorim Costa; MASSONI, Neusa Teresinha; DANTAS, Claudio Rejane da Silva; RODRIGUES, Rochelande Felipe. A temática ambiental e o ensino de física: uma estratégia didática possível através do sensoriamento remoto. **Revista Thema**, Pelotas, v. 21, n. 1, p. 236-256, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/2445>. Acesso em: 2 ago. 2022.

SANTOS, Maria Natália Macena dos; SOUSA, Alexandre Vieira de; SANTOS, Francineide Amorim Costa. Estimativa de alterações no índice de vegetação por diferença normalizada, via dados orbitais, na mesorregião sul cearense: uma análise preliminar. *In: CONGRESSO DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO (CONPESQ)*, 3., 2021. **Anais [...]**. Juazeiro do Norte, CE: UFCA, 2021.

SILVA, Cristiane Jussara da. **Unidade de ensino potencialmente significativa para o estudo da água e poluição na educação básica**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

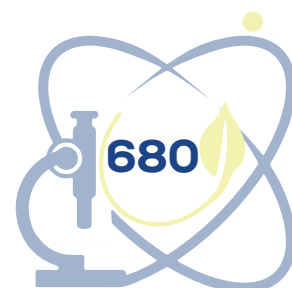
SILVA, Cristiane Jussara da; CARVALHO, Helotonio; AQUINO, Kátia Aparecida da Silva. Unidade de ensino potencialmente significativa para o estudo da água e poluição na perspectiva da educação ambiental crítica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 4, n. 2, mar. 2021. Disponível em: <http://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/11047>. Acesso em: 2 ago. 2022.

SILVA, Luciano Fernandes; CAVALARI, Mariana Feiteiro; MUENCHEN, Cristiane. Compreensões de Pesquisadores da Área de Ensino de Física Sobre a Temática Ambiental e as suas Articulações com o Processo Educativo. **Revista Ensaio**,



Belo Horizonte, v. 17, n. 2, p. 283-307, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/rCmVHZ4wNB5JX9BjqPfML7v/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 2 ago. 2022.

SOUSA, Alexandre Vieira de; SANTOS, Maria Natália Macena dos; SANTOS, Francineide Amorim Costa. Estimativa da temperatura e radiação terrestre, na mesorregião do sul cearense, utilizando dados do sensor modis/terra: uma análise preliminar. *In*: CONGRESSO DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO (CONPESQ), 3., 2021. **Anais** [...]. Juazeiro do Norte, CE: UFCÁ, 2021.



HEFESTO:

NOVA FERRAMENTA DE CONTAGEM DE GOTAS COM INFORMAÇÃO SONORA PARA DEFICIENTES VISUAIS

Luiz Gustavo Menezes Morgado¹

Maria Eduarda Soares Carvalho²

Marcos Vinícius Almeida Menezes³

Nazareno Mateus de Sousa⁴

Felipe Cavalcante da Rocha⁵

Wellen Monteiro Machado⁶

Yitzhak Yoel Valladares Núñez⁷

Maria Gabriela Leite de Sousa⁸

Jorge Marcel Coelho Menezes⁹

Cristiane Marinho Uchoa Lopes¹⁰

Liryan Samira Silva Pereira¹¹

Deborah Macedo dos Santos¹²

Joyce Fernandes Frutuoso¹³

Thiago Bessa Pontes¹⁴

¹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), luiz.morgado@aluno.ufca.edu.br

² Universidade Federal do Cariri (UFCA), maria.eduarda@aluno.ufca.edu.br

³ Universidade Federal do Cariri (UFCA), marcus.almeida@aluno.ufca.edu.br

⁴ Universidade Federal do Cariri (UFCA), nazareno.mateus@aluno.ufca.edu.br

⁵ Universidade Federal do Cariri (UFCA), felipe.cavalcante@ufca.edu.br

⁶ Universidade Federal do Cariri (UFCA), wellen.monteiro@aluno.ufca.edu.br

⁷ Universidade Federal do Cariri (UFCA), yitzhak.valladares@aluno.ufca.edu.br

⁸ Universidade Federal do Cariri (UFCA), gabriela.leite@aluno.ufca.edu.br

⁹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), jorge.menezes@ufca.edu.br

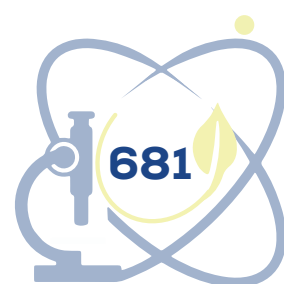
¹⁰ Universidade Federal do Cariri (UFCA), cristiane.marinho@ufca.edu.br

¹¹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), liryan.samira@aluno.ufca.edu.br

¹² Universidade Federal do Cariri (UFCA), deborah.santos@ufca.edu.br

¹³ Universidade Federal do Cariri (UFCA), joyce.frutuoso@aluno.ufca.edu.br

¹⁴ Universidade Federal do Cariri (UFCA), thiago.bessa@ufca.edu.br



RESUMO

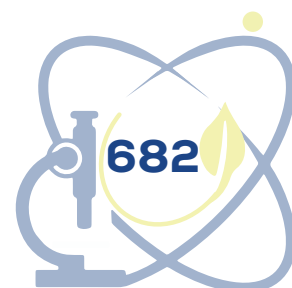
Em seu cotidiano, pessoas com deficiência visual constantemente encontram obstáculos e desafios para tarefas básicas pela falta de ferramentas e equipamentos adaptados, inclusive no ambiente acadêmico. Este artigo objetiva apresentar um protótipo, programar e construir uma máquina, que através de um limitador de corrente elétrica altamente sensível a luz e um módulo laser monocromático, consegue repassar informações visuais (limitadas a contagens de objetos pequenos, líquidos e identificação de superfícies translúcidas ou opacas) por meio de sinais sonoros regidos por um chip microcontrolador. Para a prototipagem foi necessário o corte a laser de uma placa fenolite para resultados mais precisos e uma série de módulos eletrônicos descritos no artigo. Foram realizados os testes necessários de software e hardware para comprovar a funcionalidade do produto desenvolvido em uma série de superfícies e líquidos. Como conclusão apresenta-se um dispositivo capaz de contar gotas e emitir sinais sonoros de que tem o potencial de auxiliar deficientes visuais.

Palavras-chave: acessibilidade; prototipagem; equipamentos adaptados; fabricação digital; impressão 3D.

ABSTRACT

In their daily lives, people with visual impairments constantly encounter obstacles and challenges for basic tasks due to the lack of adapted tools and equipment, including in the academic environment. This article aims to prototype, program and build a machine that, through a highly sensitive electric current limiter and a monochromatic laser module, can transmit visual information (limited to counting small objects, liquids and identifying translucent or opaque surfaces) through sound signals governed by a microcontroller chip. For the prototyping it was necessary to laser cut a phenolite plate for more accurate results and a series of electronic modules described in the article. The necessary software and hardware tests were carried out to prove the functionality of the developed product on a series of surfaces and liquids. In conclusion, we present a device capable of counting drops and emitting sound signals that has the potential to help the visually impaired.

Keywords: accessibility; prototyping; adapted equipment; digital fabrication; 3D printing.



1 INTRODUÇÃO

Desde o início da humanidade, sempre existiram indivíduos com algum tipo de limitação física, sensorial-cognitiva.

Anomalias físicas ou mentais, deformações congênitas, amputações traumáticas, doenças graves e de consequências incapacitantes, sejam elas de natureza transitória ou permanente, são tão antigas quanto à própria humanidade (SILVA, 1987, p. 21).

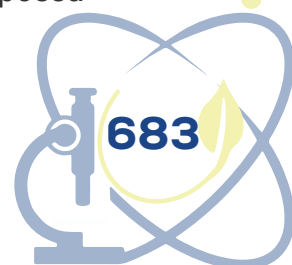
Segundo Benazzi (2015) o período que engloba a antiguidade até o início da idade moderna é marcado pela visão mística da cegueira ou deficiência visual, uma vez que ela era tratada como praga ou maldição.

Todavia, não foi somente no passado que o mal do preconceito assolou aqueles com deficiências visuais. Na atualidade, pessoas que possuem a visão parcialmente ou completamente comprometida são muitas vezes consideradas como incapazes de terem uma vida independente ou até mesmo de ter um trabalho produtivo. Muitas vezes maltratadas e em algumas civilizações, mortas como aponta Lorimer (2000).

Muitas são as dificuldades enfrentadas diariamente pela população que apresenta alguma deficiência, seja ela qual for, isso porque todo o sistema em que o ser humano vive, foi adaptado de forma a atender às necessidades convencionais dos humanos sem deficiência, geralmente fazendo-se uso da combinação dos sentidos para a realização de suas atividades (MORGADO *et al.*, 2021).

Como se não bastassem os obstáculos, dificuldades diárias e o preconceito, os deficientes visuais encontram ainda mais barreiras em âmbito estudantil. É muito recente a discussão da inserção de estudantes com deficiências em universidades, ainda não há uma definição de quais práticas pedagógicas precisam ser desenvolvidas para atender esses estudantes (NASCIMENTO *et al.*, 2016).

Araújo e Santos (2015) em seu trabalho sobre fotografia táteis, definem um conceito mais amplo de acessibilidade e inclusão social, como o processo pelo qual a sociedade e o portador de deficiência procuram adaptar-se mutuamente tendo em vista a equiparação de oportunidades, permitindo que este possa



desenvolver-se em todos os aspectos da vida.

Além das dificuldades encontradas na inclusão social em meio acadêmico e estudantil, pessoas com deficiência visual encontram durante seu dia a dia uma série de obstáculos para realizar tarefas básicas, como operar equipamentos de laboratório, por exemplo, por causa da inexistência de ferramentas adaptadas auxiliaadoras.

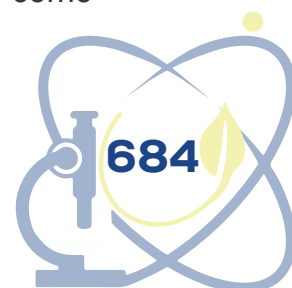
A bengala branca é a ferramenta de mobilidade mais usada e mais eficaz para pessoas cegas, mas nos últimos anos foram feitas tentativas para compensar limitações da bengala com o desenvolvimento de ferramentas adicionais. Há exemplos de pulseiras (BHATLAWANDE; SUNKARI *et al.*, 2014), módulos para bengala branca (O'BRIEN; MOHTAR; DIMENT; REYNOLDS, 2014; PYUN; KIM; WESPE; SCHNELLER; GASSERT, 2013), sensores (WANG; KUCHENBECHER, 2012) e diversas bengalas eletrônicas "inteligentes" (BHATLAWANDE; MAHADEVAPPA *et al.*, 2014; BOUHAMED; KALLEL; MASMOUDI, 2013; JESLIN; VAISHNAVI; NIVEDHA, 2015; KIM; CHO, 2013; NETO *et al.*, 2014) que esperam atender às necessidades das pessoas cegas.

Muitos desses projetos são semelhantes a dispositivos desenvolvidos desde a década de 1960, como o Hand Guide, o Lindsay Russell Pathsoner, o Binaural Sensory Aid e o SonicGuide (LOFVING, 1998). A maioria desses dispositivos não é mais produzida, não se mostrou eficaz ou não foi adotada por pessoas cegas.

O objetivo desta investigação foi de prototipar um aparelho adaptado para deficientes visuais que pudesse transcrever em sinais sonoros atividades que normalmente necessitam da visão, ao mesmo tempo que mantendo o aparelho portátil, de simples uso e ergonômico, permitindo maior autonomia do usuário.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Microcontroladores podem ser considerados como computadores integrados que formam uma tecnologia complexa incluindo conceitos inter-relacionados (FERREIRA *et al.*, 2005) O uso de microcontroladores como ferramentas tecnológicas de auxílio na educação, é bem-vinda como mostram os estudos de Dian e Carrasqueira (2018). Muitos são suas aplicações como



no ensino de arquitetura de computadores (SILVA; CHEIRAN, 2015), ensino de matemática (OLIVEIRA; PEREIRA, 2020), ensino de física (MARTINAZZO; TRENTIN; FERRARI; PIAIA, 2014).

Dos micro controladores existentes, o escolhido para uso no estudo foi o microcontrolador brasileiro conhecido como “Franzinhos”, placa de open hardware e open source, optou-se pelo franzininho ao invés do microcontrolador mundialmente conhecido arduino, pelo seu custo benefício e redes abertas para modificações de software e hardware.

Figura 1 – Placa franzininho



Fonte: Franzininho ([20-]).

2.1 Dispositivos eletrônicos e circuitos

Entende-se por circuito um trajeto fechado de corrente elétrica, sendo que o fim também é o começo (NASHELESKY, 2013). O circuito elétrico é um circuito fechado, com a ligação de alguns elementos, como resistores, diodos, fontes, linhas de transmissão e interruptores, que permitem a passagem da corrente elétrica. Os circuitos eletrônicos representam um tipo de circuito elétrico, utilizando mais alguns componentes eletrônicos que realizam transformações nas grandezas elétricas, como por exemplo os diodos e transistores. Em circuitos eletrônicos comumente são utilizadas placas de fenolite, que tem como base papel neutro impregnado com resina fenólica (NASHELESKY, 2013).

2.2 Programação e software

O uso de microcontroladores e softwares para simulação e aplicação de experimentos científicos vem crescendo cada vez mais, para isso é necessário adotar uma linguagem de programação que seja de fácil aprendizagem e que possa ajudar no desenvolvimento do pensamento computacional e seus procedimentos de Abstração, Automação e Análise (SANTOS; PONTES; LEITÃO, 2019).

Como demonstrado no livro *A Complete Guide to Programming in C++* por Prinz (2002), C++ não é uma linguagem puramente orientada a objetos, mas um híbrido que contém a funcionalidade da linguagem de programação C. Isso significa ter acesso a todos os recursos que estão disponíveis em C como programas de módulos universalmente utilizável até grandes quantidades de código fonte C que podem ser utilizados em programas C++.

2.3 Corte a laser

Como demonstrado por Dubey (2008), o método de corte e gravação a laser é um dos processos de usinagem avançada sem contato baseados em energia térmica mais amplamente utilizados, que pode ser aplicado para quase toda a gama de materiais. O feixe de laser é focado para derreter e vaporizar o material indesejado do material original. É adequado para corte de perfis geometricamente complexos e para fazer furos em miniatura em chapas metálicas. Entre os vários tipos de lasers usados para usinagem nas indústrias, os lasers de CO₂ e Nd:YAG são os mais estabelecidos. Para o protótipo, utilizou-se do tipo CO₂.

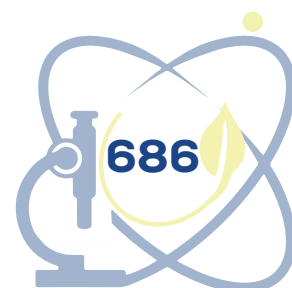
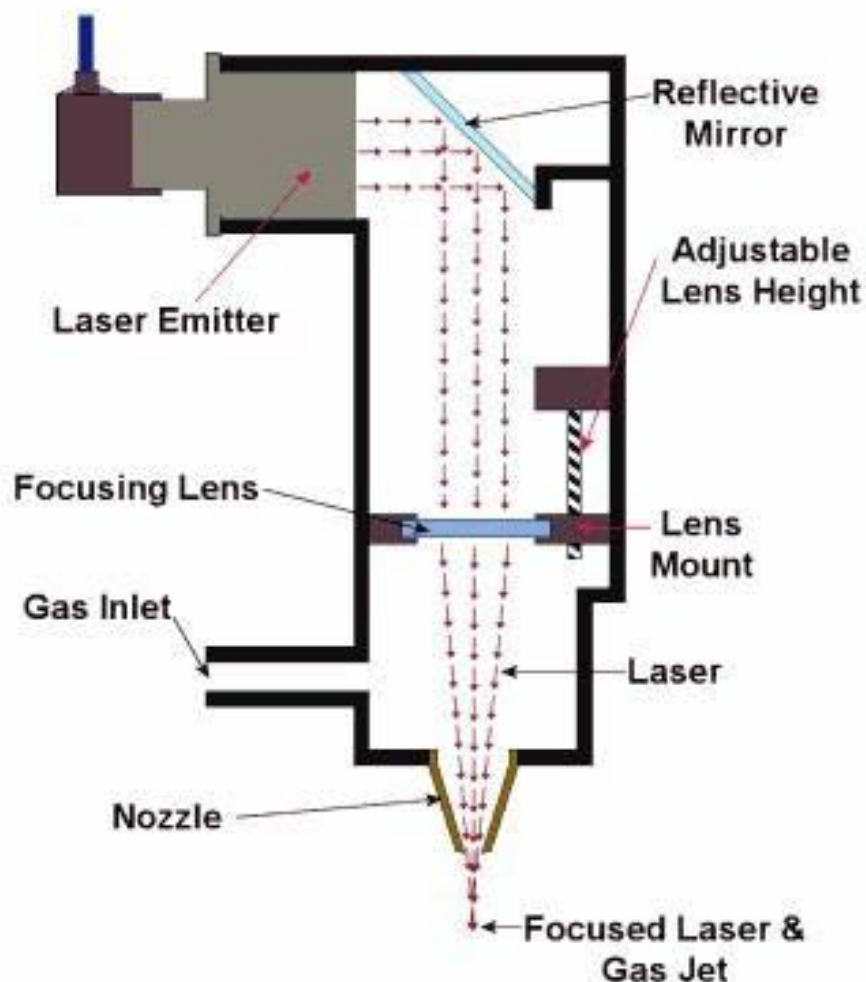


Figura 2 – Diagrama geral de um corte a laser
Laser Cutter Head



Fonte: Engineer student ([20-]).

O corte a laser tem grande precisão, pois um laser pode ser focado em pontos muito pequenos e pode ser controlado por computador, por meio de software do tipo CAM (Computer-aided Manufacturing), com grande precisão, também não há desgaste em um laser durante o corte, como ocorre com métodos mais convencionais.

Há uma chance reduzida de deformar o material durante o corte a laser, pois o laser gera apenas uma pequena área de calor quando comparado ao corte do plasma.

3 METODOLOGIA

Para o trabalho adotou-se a metodologia do desenvolvimento experimental.

O desenvolvimento experimental consiste em trabalhos sistemáticos com base em conhecimentos existentes obtidos pela pesquisa ou experiência prática, para lançar a fabricação de novos materiais, produtos ou dispositivos, para estabelecer novos procedimentos, sistemas e serviços ou para melhorar os já existentes em P&D (ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECÔNOMICO, 2013).

Esse artigo é um desenvolvimento experimental que consiste em melhorias sistemáticas com base em um trabalho previamente iniciado em 2019 para criação de equipamentos laboratoriais acessíveis (MORGADO *et al.*, 2021).

Percebeu-se que para o trabalho inicial, o uso do microcontrolador UNO atrelado a componentes eletrônicos por um longo circuito eletrônico, era desprovido de portabilidade e ergonomia, além de apresentar instabilidades em suas conexões elétricas. Assim, os procedimentos metodológicos foram divididos estrategicamente em quatro etapas: 1- remodelação do circuito eletrônico a partir de um novo chip microcontrolador, 2- vetorização e corte da placa fenolite, 3- teste de software e 4- Teste hardware.

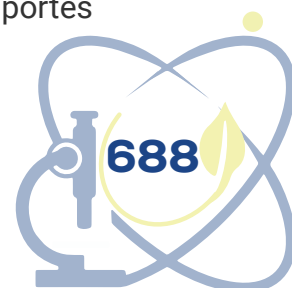
3.1 Remodelação do circuito eletrônico

Para a remodelação do circuito eletrônico primeiramente adotou-se um fotoresistor LDR de 5 mm variando sua resistência entre 1M Ω e 1,5M Ω quando interage com a luz.

Para a fonte de luz utilizou-se um Diodo Laser 5V de cor vermelha, Comprimento de Onda de 650nm, feixe em formato de ponto, potência de 2-5 mW, dimensões de 6x10mm.

Para o sinal sonoro utilizou-se do módulo Buzzer 5v, com oscilador interno que emite um som contínuo quando alimentado com 5V, diâmetro de 12 mm e altura de 9 mm.

Para a alimentação do circuito são utilizadas duas baterias de lítio 3V CR2032, dimensões de 1,6x20,0mm e peso de 3,16 g, acopladas em 2 suportes



para bateria CR2032 ligados em série para gerar uma tensão de 6V.

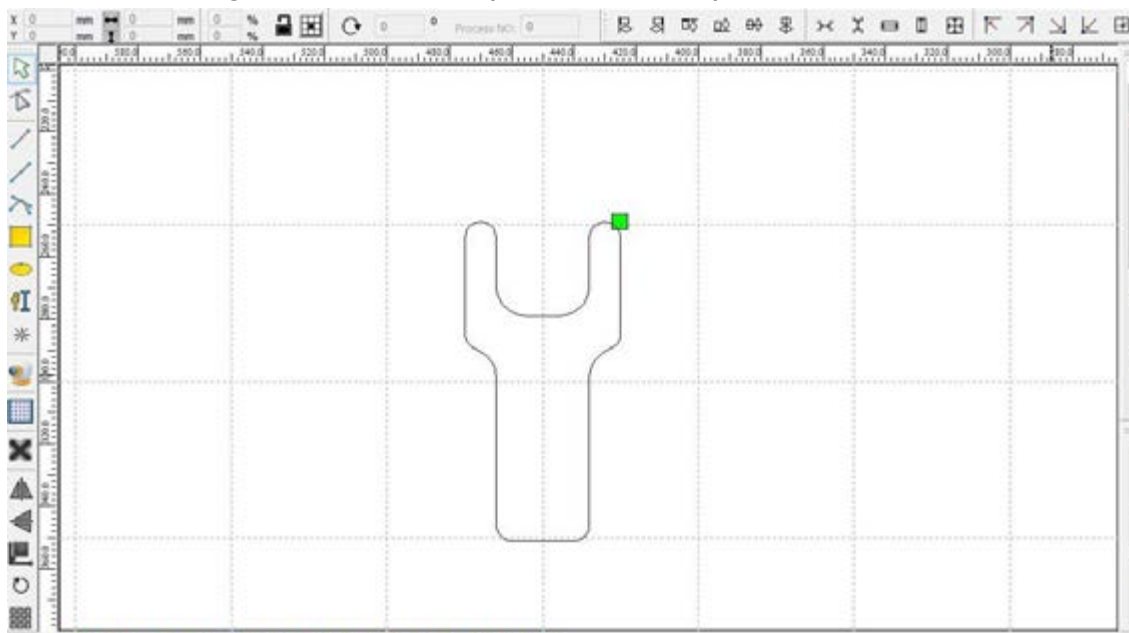
Para o fotoresistor utilizou-se um trimpot 3296X 25 voltas de 5K (5000 Ω), um potenciômetro em miniatura ajustável, já no laser utilizou-se um trimpot linear horizontal de 1K (1000 Ω). Para o microcontrolador do circuito utilizou-se um ATtiny25/45/85.

3.2 Vetorização e corte da placa de fenolite

Para a etapa 2, iniciou-se o processo de desenho e vetorização da placa de fenolite para o corte, pensando na futura modelagem da carcaça da placa, decidiu-se então tomar um formato de haste terminada em U, sendo a haste o local planejado para o usuário segurar o protótipo, e o terminal em U o espaço para o líquido ou objeto.

O desenho da placa foi realizado no software LaserWorkV6 indicado pela própria máquina de corte e gravação a laser, após o desenho a placa de fenolite foi cortada seguindo as indicações de potência e velocidade indicadas no software.

Figura 3 – Desenho para o corte da placa de fenolite



Fonte: autoria própria.

Com o circuito remodelado e a placa de fenolite devidamente cortada iniciou-se o processo de solda dos componentes na placa, o laser e o fotoresistor foram posicionados no terminal em formato de U para possibilitar a passagem de líquidos de forma centralizada, assim podendo captar de forma mais eficiente a variação de frequência.

As baterias foram posicionadas no fim da haste, com objetivo de transportar seu centro gravitacional para o local de apoio da mão do usuário. Um potenciômetro em miniatura foi posicionado na lateral do protótipo, permitindo a regulação na sensibilidade da máquina.

3.3 Teste de *software* e *hardware*

O software utilizado foi o mesmo do trabalho inicialmente desenvolvido com uma mudança nas variações de frequência recebidos pelo fotoresistor, o código foi alterado para que o mesmo não receba as variações de frequência causadas pela luz ambiente, apenas as variações na luz monocromática do laser, tornando o protótipo muito mais preciso em variações de frequência de líquidos até mesmo translúcidos. Para auxiliar na precisão, um potenciômetro foi adicionado no fotoresistor permitindo então regular a resistência dele.

Para o teste de hardware e software foram utilizadas 3 superfícies base: uma superfície opaca, uma superfície translúcida com baixa nitidez e uma superfície translúcida com muita nitidez. As superfícies eram rapidamente colocadas no centro do terminal em U e retiradas, então era checado o monitor serial do microcontrolador para conferir se as variações de frequências foram detectadas.

O protótipo passou também por um teste de gotejamento com o intuito de checar se o mesmo poderia detectar a variação mínima entre as quedas das gotas de água.



Figura 4 – Protótipo soldado e cortado



Fonte: autoria própria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos métodos citados nesse artigo, foi possível a produção e programação de uma máquina capaz de transcrever em sinais sonoros determinadas atividades que normalmente dependem da visão, como o contar de gotas de um remédio.

Gráfico 1 – Variação detectada pelo fotoresistor



Fonte: autoria própria.

No gráfico podemos ver 2 picos de variação de frequência nas superfícies 2 e 3, respectivamente translúcida não nítida e translúcida nítida, causado

quando o terminal em U é exposto às superfícies translúcidas, a luz ambiente não causa variação devido ao ajuste de sensibilidade na resistência do fotoresistor e a mudança no código tornando-o mais sensível a pequenas oscilações no laser monocromático e não a grandes fontes de luz como luzes de uma sala, a variação da superfície opaca não foi colocada no gráfico devida a sua extensão, medida que passa dos 300.

Vale-se ressaltar que essa medida de variação não possui uma unidade, já que é uma variação calculada na porta serial do microcontrolador que depende da frequência de luz recebida e a resistência que passa pelo fotoresistor.

A partir do gráfico é possível perceber que o protótipo se mostrou muito eficaz em detectar as variações de frequência seja de superfícies opacas até de superfícies translúcidas, o projeto também se mostrou eficaz em detectar as variações de queda de gotas de água mostrando seu potencial para a contagem de gotas como em remédios e laboratórios.

O seu hardware se mostrou seguro e funcional, não tendo problemas com as conexões elétricas ou com a estabilidade física da placa.

A resposta do microcontrolador se mostrou rápida e sem *delays*, os módulos eletrônicos responderam bem a todos os sinais e a frequência emitida pelo laser monocromático se manteve constante.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com as constantes necessidades do uso do sentido da visão para atividades básicas, desde contar as gotas de um remédio até a prática laboratorial em âmbito acadêmico, muitas pessoas com deficiência visual têm a tendência de se sentirem excluídas.

O protótipo demonstrado nesse artigo traz uma solução para parte desses problemas diários, possibilitando ao usuário maior autonomia, permitindo que ele conte desde gotas na titulação de um remédio, realize experimentos em âmbito laboratorial ou que até mesmo reconheça superfícies como opacas ou translúcidas a partir do estímulo sonoro.

Outros problemas significativos, como redução do processo sequencial,



tratamento de erros e interface livre de atraso também foram tratadas com o software e hardware deste dispositivo. O protótipo é econômico e atende a todas as classes da sociedade.

AGRADECIMENTOS

Os mais sinceros agradecimentos ao grupo de pesquisa Computation and Design (CoDe), que impulsiona cada membro. Agradecemos a Universidade Federal do Cariri (UFCA) pelo ensino de qualidade, por acreditar na educação e na pesquisa científica como forma de crescimento. Agradecemos também a FUNCAP pelo financiamento da bolsa de iniciação científica e pelo edital 07/2021 auxílio para apoio a projetos de grupos de pesquisas.

REFERÊNCIAS

- BENAZZI, Luciane Eloisa Brandt. **A cegueira no contexto histórico**. Portal Educação, 09 dez. 2015.
- BHATLAWANDE, Shripad; SUNKARI, Amar; MAHADEVAPPA, Manjunatha; MUKHOPADHYAY, Jayanta; BISWAS, Mukul, DAS, Debabrata; GUPTA, Somdeb. Electronic bracelet and vision-enabled waist-belt for mobility of visually impaired people. **Assistive Technology**, [s. l.], v. 26, n. 4, p. 186-195, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10400435.2014.915896>. Acesso em: 20 ago. 2021.
- BOYLESTAD, Robert; NASHELESKY, Louis. **Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1994.
- BRUNO, Marilda Morais Garcia; MOTA, Maria Glória Batista. **Programa de Capacitação de Recursos Humanos do Ensino Fundamental**. Deficiência visual, v. 1, fascículos I – II – III. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2001. http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/def_visual_1.pdf. Acesso em: 20 ago. 2021.
- DUBEY, Avanish Kumar; YADAVA, Vinod. Laser beam machining - a review, Int. **Journal of MachineTools & Manufacture**, [s. l.], v. 48, p. 609-628, 2008. Disponível em: <http://www.123seminaronly.com/Seminar-Reports/2013-04/45629408-Laser-beam-machining-A-review.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2021.
- ENGINEER STUDENT. **Laser cutting**. [20--]. Disponível em: http://www.engineerstudent.co.uk/laser_cutting.html. Acesso em: 20 ago. 2021.
- FRANZININHO. Franzininho DIY. [20--]. Disponível em: <https://franzininho.com.br/projeto/placas>. Acesso em: 20 ago. 2021.
- LOFVING, S. **Extending the Cane range using laser technique**. Proceeding of 9th



International Orientation and Mobility Conference, Atlanta. 1998.

MORGADO, Luiz *et al.* Hefesto: soluções de acessibilidade para uso de equipamentos laboratoriais. *In: CONGRESSO DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO, 2., 2021, Juazeiro do Norte. Anais [...].* Juazeiro do Norte: UFCA, 2021.

NASCIMENTO, Pedro Henrique Luna; FERNANDES, Caroline Lins; SILVA, Wélida Tamires Alves da; SILVA, Géssika Cecília Carvalho da. Acessibilidade em laboratórios de química para pessoas com deficiência: Uma análise das concepções de alunos e professores de uma universidade pública da Paraíba (PB). *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA, II JORNADA CHILENA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA, 2., 2016, Campina Grande. Anais [...].* Campina Grande, 2016. p. 2. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/22657>. Acesso em: 20 fev. 2021.

NETO, Elias Alves de Carvalho; RODRIGUES, Francisco de Assis de Souza; PEREIRA, Jayr Alencar; BRITO, Jonatas Levi dos Santos; BARBOSA, Rayanne Oliveira. **DAVI**: Dispositivo de Apoio a Deficientes Visuais. 2014. Disponível em: <https://unileao.edu.br/tccrepositorio>. Acesso em: 21 fev. 2021.

O'BRIEN, Emily E.; MOHTAR, Aaron A.; DIMENT, Laura E.; REYNOLDS, Karen J. A detachable electronic device for use with a long white cane to assist with mobility. **Assistive Technology**, [s. l.], v. 26, n. 4, p. 219-226. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10400435.2014.926468>. Acesso em: 21 fev. 2021.

PRINZ, Ulla Kirch; PRINZ, Perter. **A Complete Guide to Programming in C++**. [S. l.]: Editora Jones & Bartlett Learning, 2002. 4 p.

SANTOS, Deborah Macedo, PONTES, Thiago Bessa; LEITÃO, Antônio Menezes. Generative Design in textual and visual programming languages. *In: F. LIMA, M. Borges; COSTA, F. R. (ed.) Digital Techniques Applied to Design Process*. [S. l.], UFJF, 2019. p. 59-82. ISBN 978-85-93128-35-6. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335377376_Generative_Design_in_Textual_and_Visual_Programming_Languages. Acesso em: 21 fev. 2021.

SILVA, Oto Marques da. **A epopeia ignorada**: a pessoa deficiente na história do mundo de ontem e de hoje. São Paulo: CEDAS, 1987.

SILVA, Vinícius Bittencourt da; CHEIRAN, Jean Felipe Patikowski. Análise do uso de microcontroladores como ferramenta de apoio ao ensino-aprendizagem de Arquitetura de Computadores. **International Journal of Computer Architecture Education**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 1-4, dez. 2015. Disponível em: http://www2.sbc.org.br/ceacpad/ijcae/v4_n1_dec_2015/IJCAE_v4_n1_dec_2015_paper_1_vf.pdf. Acesso em: 21 fev. 2021.

WANG, Y., KUCHENBECHER, K. HALO: Haptic alerts for low-hanging obstacles in white cane navigation. *In: PROCEEDINGS, IEEE HAPTICS SYMPOSIUM, 2012, Vancouver, Canadá. Anais [...].* [S. l.: s. n.], 2012. p. 527-532. Disponível em: https://repository.upenn.edu/meam_papers/290?utm_source=repository.upenn.edu%2Fmeam_papers%2F290&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages. Acesso em: 21 fev. 2021.

HEFESTO:

ADAPTAÇÃO DE VIDRARIAS PARA DEFICIENTES VISUAIS

Marcus Vinícius de Almeida Menezes¹

Maria Eduarda Soares Carvalho²

Luiz Gustavo Menezes Morgado³

Nazareno Mateus de Souza⁴

Jorge Marcell Coelho Menezes⁵

Wellen Monteiro Macedo⁶

Felipe Cavalcante Rocha⁷

Maria Gabriela Leite de Souza⁸

Joyce Fernandes Frutuoso⁹

Deborah Macedo dos Santos¹⁰

Liryan Samira Silva Pereira¹¹

Thiago Bessa Pontes¹²

¹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), marcus.almeida@aluno.ufca.edu.br

² Universidade Federal do Cariri (UFCA), maria.eduarda@aluno.ufca.edu.br

³ Universidade Federal do Cariri (UFCA), luiz.morgado@aluno.ufca.edu.br

⁴ Universidade Federal do Cariri (UFCA), nazareno.mateus@aluno.ufca.edu.br

⁵ Universidade Federal do Cariri (UFCA), jorge.menezes@aluno.ufca.edu.br

⁶ Universidade Federal do Cariri (UFCA), wellen.monteiro@aluno.ufca.edu.br

⁷ Universidade Federal do Cariri (UFCA), felipe.cavalcante@aluno.ufca.edu.br

⁸ Universidade Federal do Cariri (UFCA), gabriela.leite@aluno.ufca.edu.br

⁹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), joyce.frutuoso@aluno.ufca.edu.br

¹⁰ Universidade Federal do Cariri (UFCA), deborah.santos@ufca.edu.br

¹¹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), liryan.samira@aluno.edu.br

¹² Universidade Federal do Cariri (UFCA), thiago.bessa@ufca.edu.br

RESUMO

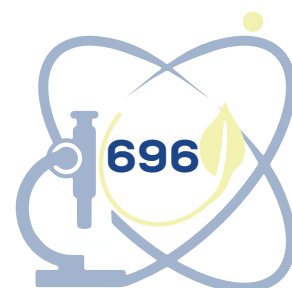
A inclusão de pessoas com deficiência, principalmente a visual, no ambiente acadêmico é urgente. Desenvolver novas tecnologias que facilitem a aprendizagem e a torne inclusiva a todos é um dos desafios deste século. Partindo desse pressuposto, e tomando como objeto de estudo um protótipo previamente desenvolvido. Esse artigo objetiva apresentar os resultados experimentais de um contador de gotas com sinais sonoros adaptado para uma das vidrarias mais utilizadas, a pipeta, de forma que torne a utilização dessa vidraria satisfatória e precisa, buscando oferecer autonomia aos deficientes visuais na realização de práticas laboratoriais. Com intuito de identificar o funcionamento deste protótipo, foram realizados dois tipos de testes: o primeiro com superfícies opacas e translúcidas, e o segundo com a passagem de gotas de água entre o laser e o fotoresistor buscando definir o momento de passagem dos pingos. Como conclusão, foi identificado que serão necessárias melhorias no algoritmo de comando, assim como no design do objeto.

Palavras-chave: testes laboratoriais; inclusão acadêmica; fabricação digital; impressão 3D; arduino.

ABSTRACT

The inclusion of people with disabilities, especially visually, in the academic environment is urgent. Developing new technologies that facilitate learning and make it inclusive for all is one of the challenges of this century. Based on this assumption and taking as object of study a prototype previously developed. This article aims to present the experimental results of a drop counter with sound signals adapted to one of the most used glassware, the pipette, in a way that makes the use of this glassware satisfactory and accurate, seeking to offer autonomy to the visually impaired in carrying out laboratory practices. In order to identify the functioning of this prototype, the tests were carried out in two types of tests: the first with opaque and translucent surfaces, and the second with the passage of water drops between the laser and the photoresistor, seeking to define the moment of passage of the drops. In conclusion, it was identified that improvements will be needed in the command algorithm, as well as in the design of the object.

Keywords: laboratory tests; academic inclusion; digital fabrication; 3D printing; arduino.



1 INTRODUÇÃO

O atual sistema de ensino e convivência humana, apesar de ter sido palco de diversas mudanças principalmente na última década, foi moldado para atender as necessidades das pessoas típicas, de modo que, a inclusão total nesse meio só é possível com a utilização de todos os sentidos. Tendo como base o supracitado, é nítido que pessoas com deficiência sofrem com inúmeros problemas de inclusão social e educacional.

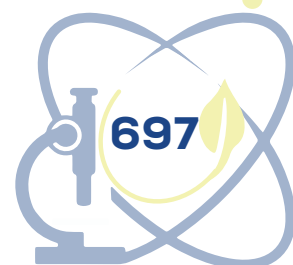
Ao longo da história humana, pessoas atípicas que apresentavam deficiências físicas e/ou cognitivas, sempre foram sinônimo de problemas, pois chegavam a ser desconsideradas até como seres humanos em sua plenitude.

Anomalias físicas ou mentais, deformações congênitas, amputações traumáticas, doenças graves e de consequências incapacitantes, sejam elas de natureza transitória ou permanente, são tão antigas quanto à própria humanidade (SILVA, 1987, p. 21).

No Brasil, um país continental e marcado por dificuldades sociais tão vastas como seu território, a educação da pessoa com deficiência visual é um desafio com proporções gigantescas. No ensino superior também há dificuldades já que, os métodos de ensino em sala de aula e práticas laboratoriais, em sua grande maioria, exige a utilização de recursos visuais. Embora a constituição de 1988 em seus artigos 205, 206 e 208 assegure a todos os cidadãos brasileiros o direito à educação (BRASIL, 1988), essa ainda se mostra precária quando se trata na inclusão de pessoas com alguma deficiência visual.

A falta de equipamentos que tornem a educação desse grupo satisfatória é fator determinante para o não acompanhamento de atividades práticas em sala de aula. Em 2001 o Conselho nacional de educação, através de uma série de diretrizes, instituir que é de responsabilidade de o centro educacional matricular e garantir estrutura para todos os alunos, independente de limitações físicas ou cognitivas, a falta de verba, de recursos humanos e de inovação nos acessórios de auxílio às pessoas com deficiência são empecilhos para aplicação dessas regras.

Dentro do ensino superior, e em alguns casos no ensino básico, as deficiências não tornam o ensino apenas complicado, mas sim, excludente.



Analisando o ensino das atividades práticas de química, são necessários momentos de aprendizagem dentro de laboratórios com a realização de experimentos (MORGADO *et al.*, 2021).

As medidas de volumes e massa são as técnicas mais básicas de um laboratório de Química, e a partir delas são baseadas a maioria dos experimentos realizados em Química, e apresentando dificuldades na determinação de tais medidas básicas (SANTOS *et al.*, 2015). No estudo da titulação, por exemplo, consiste em misturar substâncias em um processo que envolve calma, atenção e precisão para determinar o ponto onde as reações reagem completamente.

Visando inovar e buscar saídas para facilitação desse processo de educação, este artigo apresenta os resultados parciais de uma investigação maior que objetiva desenvolver um dispositivo a fim de permitir uma maior acessibilidade educacional a pessoas com deficiência.

Podendo esse, ser utilizado para tornar as aulas práticas nos níveis fundamentais, médios e superior inclusiva a todos, reduzindo assim, o oceano de dificuldade e exclusão a qual esses alunos estão imersos. Os resultados aqui contidos são parte de um processo de desenvolvimento que tem como principal objetivo permitir uma maior acessibilidade educacional a pessoas com deficiência.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste tópico foi feita uma breve revisão a respeito da pessoa com deficiência e outra a respeito dos aspectos técnicos que embasam a aplicação da metodologia proposta.

2.1 Pessoa com deficiência e o ensino

Segundo o censo do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) do ano de 2010, cerca de 18,6% da população brasileira possui algum tipo de deficiência visual (BRASIL, 2010).

O artigo 3º da Lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996, estabelece que a educação nacional tem como princípios, entre outros, o ensino com igualdade de condições de acesso e garantia de padrões de qualidade.



Mesmo protegido por lei, o processo de educação inclusiva no Brasil ainda enfrenta inúmeros obstáculos como falta de estrutura e profissionais qualificados.

Com base nisso, a inclusão de pessoas com deficiência no campo educacional é fundamental. Para Marques (1997, p. 21)

Lutar por uma escola inclusiva no sistema público de ensino faz parte da luta contra a discriminação que ainda existe na sociedade, pois todos, independentemente de suas limitações, são garantidos pelos preceitos normativos vigentes

Em consonância, Lellis (2011, p. 198) afirma que “se é a qualidade da educação que permite reduzir a desigualdade de oportunidades de aprendizagem, é a consecução dos propósitos da educação escolar que ateste a existência de um padrão de eficiência na instrução”.

A discussão da inclusão de alunos com deficiência nas universidades é muito recente e que ainda não há definição de quais práticas pedagógicas precisam ser desenvolvidas para atender esses alunos (NASCIMENTO *et al.*, 2016).

2.2 Microcontroladores e fabricação digital

Microcontroladores podem ser considerados como computadores integrados que formam uma tecnologia complexa incluindo conceitos inter-relacionados (FERREIRA *et al.*, 2005).

O uso de microcontroladores como ferramentas tecnológicas para auxílio na educação é bem-vindo, como mostram os estudos de Dian e Carrasqueira (2018). Existem muitas aplicações, como o ensino de arquitetura de computadores (SILVA; CHEIRAN, 2015), ensino de matemática (OLIVEIRA; PEREIRA, 2020), ensino de física (MARTINAZZO *et al.*, 2014).

Neste estudo, o microcontrolador adotado é o Arduino com alguns componentes auxiliares como fotoresistor, buzzer e laser.

Definimos fabricação digital como



Os métodos de produção baseados em modelos geométricos digitais são genericamente chamados de sistemas de fabricação digital e incluem vários tipos de equipamentos CNC (Controle Numérico Computadorizado). Esses equipamentos transferem dados de um programa de modelagem 3D para a fabricação direta com técnicas subtrativas, aditivas ou de conformação (CELANI; VAZ; PUPO, 2013, p. 35).

Dentro da fabricação digital, recorreremos ao uso do desenho assistido por computador (CAD), que teve como precursor Ivan Sutherland quando, na década de 1960, criou o *Sketchpad*, um computador com software capaz de desenhar elementos geométricos com uma caneta sensível (PONTES, 2020; PONTES; MIRANDA; CELANI, 2018).

Para realizar a aprovação de um produto é importante que os usuários estejam envolvidos no processo de construção, para que se obtenha uma noção clara dos requisitos que precisam ser alcançados para a satisfação do usuário (SCHULZE, 2011). Assim, fica evidente que é necessário realizar testes para verificar defeitos e qualidades do produto.

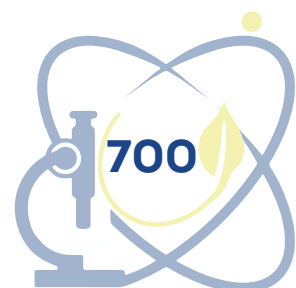
3 METODOLOGIA

Este artigo, aborda uma metodologia experimental que consiste na documentação do funcionamento de um protótipo já desenvolvido:

O desenvolvimento experimental consiste em trabalhos sistemáticos com base em conhecimentos existentes obtidos pela pesquisa ou experiência prática, para lançar a fabricação de novos materiais, produtos ou dispositivos, para estabelecer novos procedimentos, sistemas e serviços ou para melhorar os já existentes em P&D (ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECÔNOMICO, 2013).

Os procedimentos metodológicos envolveram sucessivos protótipos em laboratório com testes de usabilidade. Para realizar testes de usabilidade, são necessárias configuração do ambiente para a realização dos testes (RUBIN; CHISNELL, 2008) os testes aqui descritos foram realizados no laboratório de física experimental da Universidade Federal do Cariri (UFCA).

Com base nos dados obtidos em laboratório, foram levantados os pontos

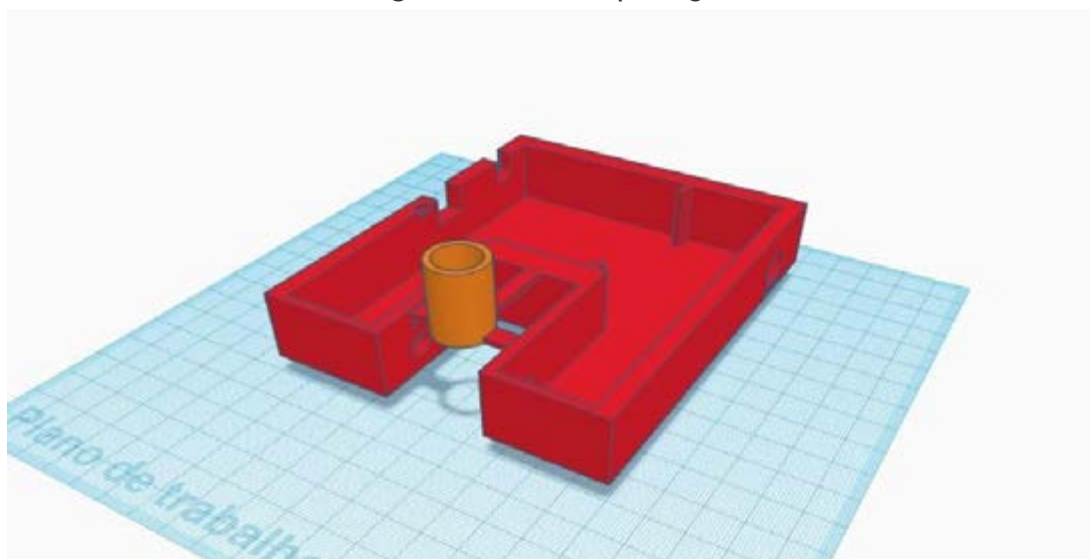


a serem mais bem desenvolvidos e os que já apresentam bom funcionamento, visando desenvolver um melhor dispositivo.

3.1 Protótipo digital e físico

Inicialmente foram desenvolvidos modelos 3D em computador, posteriormente foram impressos em 3D com polímero de ABS (*Acrilonitrila Butadieno Estireno*), devido a sua boa rigidez, leveza, flexibilidade e excelente resistência ao impacto. O modelo inicial visava uma estrutura que seria capaz de encaixar facilmente na mesa onde o experimento seria realizado, tornando a utilização fácil e rápida. A Figura 1 mostra o protótipo ainda na versão digital. Esse, era composto de uma caixa com espaço para os componentes elétricos e o Arduino, assim como, uma passagem em formato circular para encaixe da saída na pipeta.

Figura 1 – Protótipo digital

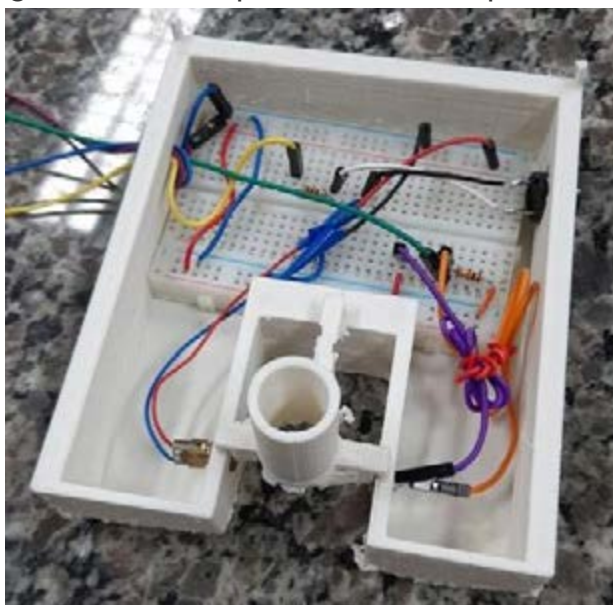


Fonte: autoria pessoal.

Após a impressão, foram realizados pequenos ajustes no objeto, a fim de torná-lo mais anatômico e deixar os orifícios para passagem dos componentes da alimentação, laser, buzzer e fotoresistor com raio maior. Em seguida, foi concebida a primeira montagem do sistema, ainda sem a utilização do Arduino, apenas com protoboards e conectores do tipo macho-fêmea e as demais

peças do circuito. Após foram realizando pequenos testes, sem a utilização da pipeta, apenas para detectar se a montagem dos componentes estava correta e identificar pontos que deveriam ser melhorados.

Figura 2 – Protótipo montado com protoboard



Fonte: autoria própria.

Ainda no software de modelagem, foram realizados novos ajustes no protótipo e esse, tornou-se mais espaçoso e bem-acabado que o primeiro, essas mudanças tinham como objetivo tornar a montagem dos componentes mais fácil e acomodar todas as partes dos circuitos dentro da estrutura. Tendo como base tal fato, foi realizado novamente a montagem do circuito, desta vez, já utilizando o Arduino UNO.

Figura 3 – Sistema de automação montado



Fonte: autoria pessoal.

Foi desenvolvido, também, uma tampa para a estrutura, que visa, principalmente, evitar que o líquido utilizado no experimento caia sobre alguns dos componentes do sistema, vindo a prejudicar o funcionamento ou causar algum dano a esse. Após toda a montagem, foram realizados os testes com a utilização da vidraria.

Figura 4 – Teste com a utilização da pipeta



Fonte: autoria pessoal.

3.2 Testes

Foram realizados testes com a utilização em 3 tipos de superfícies; opacas, translúcidas não nítidas e translúcida nítida. O experimento consistia em obstruir com a superfície do terminal entre o laser e o fotoresistor, com o intuito de gerar uma variação no monitor serial do fotoresistor.

O segundo teste resumia-se a, com a pipeta cheia de um líquido translúcido, no caso em estudo foi utilizado água, abrir o orifício da vidraria e liberar a água, deste modo, e as gotas passavam no mesmo terminal, com isso, foi observado se o sistema conseguia não apenas detectar as gotas do líquido, mas também se era possível identificar o intervalo de tempo entre a passagem de cada gota.

4 RESULTADOS

A partir das realizações dos testes citados anteriormente, foi possível identificar instabilidade no funcionamento, tanto no código da programação, já que o laser disparado estava muito forte e com isso não gerava variação de frequência suficiente para disparar o buzzer, com a passagem de algumas gotas, assim como na construção do protótipo, já que o seu formato dificultou a conexão o de componentes elétricos e comprometeu o funcionamento de maneira correta.

É importante citar que a luz ambiente ainda é um problema a ser vencido no projeto. Em ambientes com luz em abundância, ocorre, também, interferência no laser causando instabilidade na detecção da frequência, tornando a leitura muito imprecisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deste modo, com base nos dados aqui apresentados, fica nítido que são necessárias, em estudos futuros, mudanças no modelo físico, com a criação de uma forma mais anatômica e que torne a montagem dos componentes elétricos mais rápida fácil e precisa, assim como, o desenvolvimento de uma base para que a instalação na vidraria aconteça de maneira rápida e sem empecilhos. Também fica exposto que são necessárias melhorias no código de programação,



tornando o laser regulável de acordo com a iluminação do ambiente.

Outro ponto a ser estudado é a inserção de novos sensores que detectam cor e ofereçam maiores precisões, assim como, o desenvolvimento de um modelo mais compacto que poderá ser utilizado não apenas no laboratório, mas durante o dia a dia.

AGRADECIMENTOS

Os mais sinceros agradecimentos ao grupo de pesquisa Computation and Design (CoDe), que impulsiona cada membro. Agradecemos a Universidade Federal do Cariri (UFCA) pelo ensino de qualidade, por acreditar na educação e na pesquisa científica como forma de crescimento. Agradecemos também a UFCA pelo financiamento da bolsa de iniciação científica, assim como a FUNCAP pelo edital 07/2021 auxílio para apoio a projetos de grupos de pesquisas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

FERREIRA, L. *et al.* MILES: A microcontroller learning system combining hardware and software tools. *In: PROCEEDINGS FRONTIERS IN EDUCATION ANNUAL CONFERENCE, 35.*, 2005, Indianapolis, IN, USA. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2005. p. F4E-F4E. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1612141>. Acesso em: 20 fev. 2021.

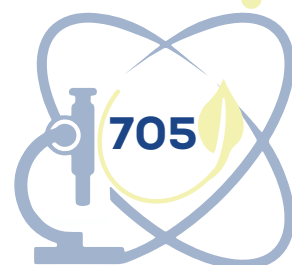
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

LELLIS, Lélío Maximino. **Princípios Constitucionais do Ensino**. São Paulo: Lexia, 2011.

MARQUES, Fábio. **Guia prático da qualidade total em serviços**. São Paulo: APMS, 1997.

MARTINAZZO, Clodomir Antonio *et al.* Arduíno: uma tecnologia no ensino de física. **Perspectiva**, Erechim, v. 38, n. 143, p. 21-30, set. 2014. Disponível em: https://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/143_430.pdf Acesso em: 28 fev. 2021.

MORGADO, Luiz *et al.* Hefesto: Soluções de acessibilidade para uso de equipamentos laboratoriais. *In: CONGRESSO DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO, 2.*, 2021, Juazeiro do Norte. **Anais [...]**. Juazeiro do norte: UFCA,



2021. ISBN 978-65-88329-23-8.

NASCIMENTO, Pedro Henrique Luna *et al.* Acessibilidade em laboratórios de química para pessoas com deficiência: Uma análise das concepções de alunos e professores de uma universidade pública da Paraíba (PB). *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA, 2., JORNADA CHILENA BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA, 2., 2016, Campina Grande. Anais [...]*. Campina Grande, 2016. p. 2. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/22657>. Acesso em: 20 fev. 2021.

OLIVEIRA, Edvanilson Santos; PEREIRA, Patricia Sândalo. O uso de microcontroladores na formação de futuros professores de matemática: reflexões entre elos criativos. *TANGRAM - Revista de Educação Matemática*, [s. l.], v. 3, n. 4, p. 57-73, dez. 2020. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/tangram/article/view/12806>. Acesso em: 28 fev. 2021.

PONTES, Thiago Bessa. **Ensino da programação informática para estudantes de arquitetura**: aplicação do modelo instrutivo 4C/ID e seus efeitos nos conhecimentos, motivação e aprendizagem autodirigida. 2020. 231f. Tese (Doutorado em Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação) – Programa de Doutorado, Universidade de Lisboa (ULISBOA), Lisboa 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10451/42864>. Acesso em: 20 fev. 2021.

PONTES, Thiago Bessa; MIRANDA, Guilhermina Lobato; CELANI, Gabriela. Algorithm-aided design with python: Analysis of technological competence of subjects. *Education Sciences*, [s. l.], v. 8, n. 4, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/educsci8040200>. Acesso em: 20 fev. 2021.

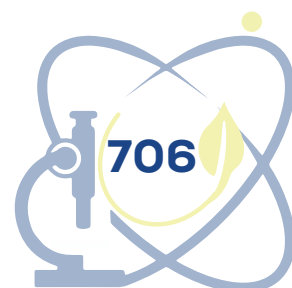
RUBIN, Jeffrey; CHISNELL, Dana. **Handbook of Usability Testing**: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests. 2. ed. Indianapolis: Wiley Publishing, 2008.

SANTOS, Sérgio *et al.* Química experimental para deficientes visuais. *Latin American Journal of Science Education*, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 1-2, 2015. Disponível em: http://www.lajse.org/may15/12015_Santos.pdf. Acesso em: 20 ago. 2022.

SCHULZE, Lawrence. Design, usability and maintainability of consumer products. *In: KARWOWSKI, W.; SOARES, M. M.; STANTON, N. A. Human factors and ergonomics in consumer product design methods and techniques*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, v. 1, 2011.

SILVA, Oto Marques da. **A epopeia ignorada**: a pessoa deficiente na história do mundo de ontem e de hoje. São Paulo: CEDAS, 1987.

SILVA, Vinícius Bittencourt da; CHEIRAN, Jean Felipe Patikowski. Análise do uso de microcontroladores como ferramenta de apoio ao ensino-aprendizagem de Arquitetura de Computadores. *International Journal of Computer Architecture Education*, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 1-4, dez. 2015. Disponível em: http://www2.sbc.org.br/ceacpad/ijcae/v4_n1_dec_2015/IJCAE_v4_n1_dec_2015_paper_1_vf.pdf. Acesso em: 20 fev. 2021.



PEDRA CARIRI:

UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE ATIVIDADES DE MINERAÇÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTE DOS REJEITOS DA EXTRAÇÃO

Maria Gabriela Leite de Souza¹

Wellen Monteiro Macedo²

Liryan Samira Silva Pereira³

Joyce Fernandes Frutuoso⁴

Luiz Gustavo Menezes Morgado⁵

Marcus Vinicius Almeida Menezes⁶

Yitzhak Yoel Valladares Núñez⁷

Maria Eduarda Soares Carvalho⁸

Nazareno Mateus de Sousa⁹

Cristiane Marinho Uchoa Lopes¹⁰

Deborah Macedo dos Santos¹¹

Thiago Bessa Pontes¹²

¹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), gabriela.leite@aluno.ufca.edu.br

² Universidade Federal do Cariri (UFCA), wellen.monteiro@aluno.ufca.edu.br

³ Universidade Federal do Cariri (UFCA), liryan.samira@aluno.ufca.edu.br

⁴ Universidade Federal do Cariri (UFCA), joyce.frutuoso@aluno.ufca.edu.br

⁵ Universidade Federal do Cariri (UFCA), luiz.morgado@aluno.ufca.edu.br

⁶ Universidade Federal do Cariri (UFCA), marcus.almeida@aluno.ufca.edu.br

⁷ Universidade Federal do Cariri (UFCA), yitzhak.valladares@aluno.ufca.edu.br

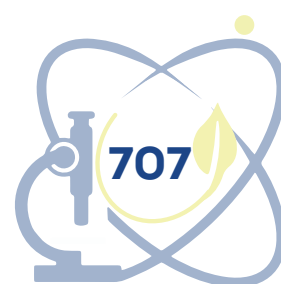
⁸ Universidade Federal do Cariri (UFCA), maria.eduarda@aluno.ufca.edu.br

⁹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), nazareno.mateus@aluno.ufca.edu.br

¹⁰ Universidade Federal do Cariri (UFCA), cristiane.marinho@ufca.edu.br

¹¹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), deborah.santos@ufca.edu.br

¹² Universidade Federal do Cariri (UFCA), thiago.bessa@ufca.edu.br



RESUMO

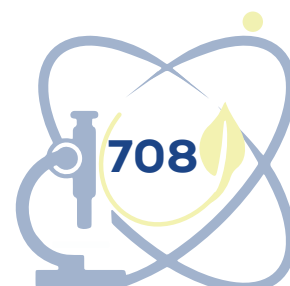
O grande acúmulo de resíduos fósseis e seus rejeitos descartados inadequadamente na atmosfera contribuem para o surgimento de problemas ambientais futuros, buscar soluções ecológicas para reutilização desses rejeitos é um primeiro passo para solucionar esse problema. Nessa perspectiva, e com os avanços científicos, por serem versáteis os rejeitos de resíduos fósseis podem, por exemplo, tornar-se matéria prima para uma nova fonte de energia renovável proporcionando uma produção em grande escala. Este artigo propõe apresentar algumas destas soluções, através de análises minuciosas e detalhadas como é feito seus desenvolvimentos, analisando os impactos ambientais causados pelos mesmos e como andam as pesquisas nesse segmento, através de um estudo nos periódicos publicados entre 2012 - 2022 sobre rejeitos fósseis, este artigo tem o propósito de mostrar como estas linhas de pesquisa estão atualmente quais os problemas apresentam se nesse ramo e como poderemos contribuir futuramente para esta campo de pesquisa, embora seja uma área de pesquisa de bastante importância, poucos estudos foram realizados, que por consequência vem a dificultar futuras pesquisas.

Palavras-chave: pedra Cariri; rejeitos; rochas sedimentares; sustentabilidade; Bibliometria.

ABSTRACT

The large accumulation of fossil waste and its waste improperly disposed of in the atmosphere contributes to the emergence of future environmental problems, seeking ecological solutions for the reuse of this waste is a first step towards solving this problem. From this perspective, and with scientific advances, because they are versatile, fossil waste tailings can, for example, become raw material for a new renewable energy source providing large-scale production. This article proposes to present some of these solutions, through detailed and thorough analysis of how their development is made, analyzing the environmental impacts caused by them and how the research in this segment is, through a study of journals published between 2012 - 2022 on fossil wastes, this article aims to show how these lines of research are currently what problems are presented in this branch and how we can contribute in the future to this field of research, although it is an area of research of great importance, few studies have been conducted, which consequently hinders future research.

Keywords: Cariri stone; sedimentary rocks; sustainability; tailings; Bibliometrics.



1 INTRODUÇÃO

Este artigo tem por fins obter informações sobre os resíduos fósseis, os rejeitos obtidos pela extração da pedra cariri, o problema o descarte irregular e meios de reutilização. A extração da pedra cariri contribui significativamente na economia local, entretanto os rejeitos produzidos, acarretam um problema ambiental, mesmo sendo utilizado por famílias da região no artesanato, não é o suficiente para recolher e boa parte desses rejeitos descartados indevidamente na natureza.

Alguns autores relatam soluções de uma melhor gestão do resíduo da extração da pedra cariri (ESMERALDO, 2016; SUASSUNA; PRADO, 2012; OLIVEIRA, 2016), como também o impacto do descarte desses materiais.

Por mais que a natureza faça este processo de renovação do material espontaneamente, ainda é bastante demorado, segundo o “Geopark Araripe” órgão responsável por conservar este patrimônio natural, essas formações rochosas depositados há aproximadamente 112 milhões de anos (Período Cretáceo), quando neste local existia um lago de águas calmas, com brejos nas suas margens, onde uma biodiversidade abundante se desenvolvia. Percebe-se então a importância histórica que as investigações deste tema podem auxiliar no processo de preservação destas áreas são cada vez mais necessárias.

A longo prazo será necessário um desenvolvimento tecnológico específico para ampliar a produção dos produtos oriundos da extração da pedra Cariri. Também há de se investir em pesquisas de eficiência energética, pois a energia embutida nesses processos de produção é alta, e pode ser otimizada ou migrar para uma aplicação mais sustentável, em busca de uma forma que não traga impacto negativo para o meio ambiente, e que não colapse a economia que gira em torno desta extração e seus usos para outros fins.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A mineração tem um forte impacto na economia do cariri gerando emprego e renda para a região (FURTADO, 2012). Infelizmente ainda há impacto negativo, porque seus rejeitos não têm sido direcionados para fins específicos na reciclagem, gerando entulhos na maioria das vezes, seguindo uma linha de



Economia Linear (EL), quando o ideal seria a adoção de uma Economia Circular (EC) (CHACON, 2007).

Fatores ambientais são os responsáveis diretos por mudanças profundas na estrutura da economia mineral em todo o mundo e, em particular, nas atividades de mineração – rochas ornamentais e minerais industriais, perante as quais cresce a pressão social extensiva a outras atividades mineradoras que exercem maior impacto sobre o meio ambiente (CARVALHO, 2004).

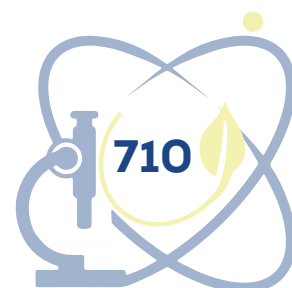
A mineração de rochas ornamentais também provoca impactos negativos ao meio ambiente. Desde o desenvolvimento até o encerramento das atividades de lavra, pois segundo Mendes Filho (2009) gera uma grande quantidade de rejeitos que formam entulhos, fecham drenagens e obstruem riachos. Além disso, há uma grande quantidade de material desperdiçado devido a tecnologias inadequadas ou falta de acompanhamento técnico especializado.

Durante a extração da Pedra Cariri há danos ao meio ambiente que precisam ser avaliados por conta do descarte aleatório dos materiais gerados durante a extração. Entre os problemas associados à extração estão o mercado ilegal de fósseis e a degradação do solo, entre outros (MORAES, 2018).

3 METODOLOGIA

Esta investigação segue uma metodologia quantitativa de revisão de literatura com suporte da análise bibliométrica. É parte inicial de uma pesquisa de uma investigação mais ampla que tem como objetivo desenvolver um compósito a partir dos rejeitos da extração da pedra cariri no município de Santana do Cariri – Ceará. Visando propor um novo material em relação ao compósito original a fim de reduzir os impactos ambientais causados pelos rejeitos da extração da pedra cariri, permitindo uma ampliação de utilização das impressoras 3D da Z Corporation. Proporcionando ainda, a redução dos impactos ambientais nesta região.

A bibliometria é um método de análise quantitativa para a pesquisa científica. Os dados elaborados por meio dos estudos bibliométricos mensuram a contribuição do conhecimento científico derivado das publicações em determinadas áreas (SOARES, 2016).



Em suma, um estudo minucioso de dados e publicações científicas significativas (PONTES, 2020). É um campo das áreas da biblioteconomia e da ciência da informação que aplica métodos estatísticos e matemáticos para analisar e construir indicadores sobre a dinâmica e evolução da informação científica e tecnológica de determinadas disciplinas, áreas, organizações ou países (TENOPIR, 2001). Essa modalidade de pesquisa auxilia na descrição de estatísticas e esclarece a periodicidade de publicações científicas em geral.

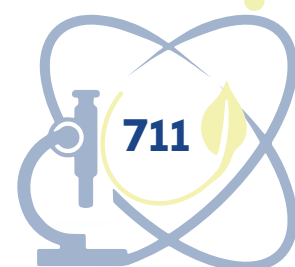
A comunicação por meio das revistas acadêmicas é a forma mais utilizada pelos pesquisadores para difundir os resultados de suas investigações (URBIZAGASTEGUI, 2016). Diante disso, observa-se que, nos últimos anos, há uma preocupação da comunidade acadêmica em conhecer a estrutura intelectual das produções acadêmicas nacionais em várias áreas do conhecimento, e que isso vem se refletindo na produção de diversos estudos sobre diversos assuntos (GRAEML; MACADAR, 2010).

A análise bibliométrica é uma das técnicas de pesquisa que tem como foco mensurar, de maneira quantitativa, as publicações científicas de um autor ou Instituição de Ensino Superior (IES) em periódicos acadêmicos com seleção arbitrada (SOUZA; RIBEIRO, 2013), por meio de padrões e métodos matemáticos e estatísticos (FRANCISCO, 2011), usando, com isso, seus resultados para elaborar previsões e apoiar tomadas de decisões (BORBA; HOELTGEBaum; SILVEIRA, 2011).

Diante desse panorama, pode-se constatar e entender que a bibliometria é bem-vinda no contexto das investigações, dos mapeamentos, das explorações e análises de diversos temas acadêmicos (VALE; LOPES, 2010).

O termo bibliometria teve início no final dos anos de 1960, pois foi o autor Pritchard (1969) que o popularizou. Desde 1922, era conhecida como bibliografia estatística (VANTI, 2002).

Pritchard (1969) usou pela primeira vez o termo bibliometria, desenvolvendo padrões e modelos matemáticos e estatísticos para mensurar os processos de informações, usando seus resultados para elaborar previsões e apoiar tomadas de decisão (MACIAS-CHAPULA, 1998). Já nas décadas de 1970 e 1980, a bibliometria foi constituída como disciplina. Na década de 1990, a disciplina bibliometria tornou-se técnica de análise padrão para diversas ciências (PATRA;



BHATTACHARYA; VERMA, 2006).

Desta disciplina, existem três pesquisadores que embasaram as técnicas da bibliometria, são eles: Bradford, Lotka e Zipf. Cada um destes pode ser identificado com uma lei específica, respectivamente. As duas primeiras leis em especial, ou seja, as leis de dispersão de Bradford (1934) e de produtividade científica de Lotka (1926) foram marcos iniciais da bibliometria (PARA; BHATTACHARYA; VERMA, 2006) e, portanto, serão mais discutidas nesta seção.

Para esta pesquisa inicialmente foram realizadas buscas no portal de periódicos Capes para a criação de uma base de dados de publicações com os temas relacionados com o objeto de pesquisa desta investigação.

O processo de análise bibliométrica iniciou-se na seleção de palavras chaves para a análise de periódicos, inicialmente começamos com os termos {ALL=Resíduos Fósseis OR Pedra Cariri OR Rochas Sedimentares}, onde encontramos apenas 9 artigos referentes publicados entre 2012 e 2022.

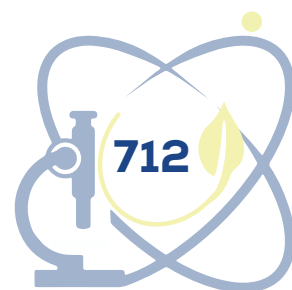
A falta de publicações nesse campo de pesquisa dificultou a criação de uma análise mais ampla sobre o tema, porém tornou minuciosa a análise de cada periódico. As análises foram realizadas com uso do programa de computador *Bibliometrix*. Trata-se de um pacote para a linguagem de programação estatística R com uso em pesquisa quantitativa de cientometria e bibliometria.

Periódicos científicos são uma das fontes de informação mais importantes para cientistas, e seu uso na comunicação científica é um dos temas mais estudados, embora nem sempre bem entendidos, em pesquisas sobre comunicação científica.

Gonzaga (2011, p. 39) acrescenta que: “Ao dedicarmo-nos às pesquisas, estaremos alimentando a nossa formação profissional, ao mesmo tempo estaremos contribuindo, de forma reflexiva e crítica, para os problemas dentro da sociedade”.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

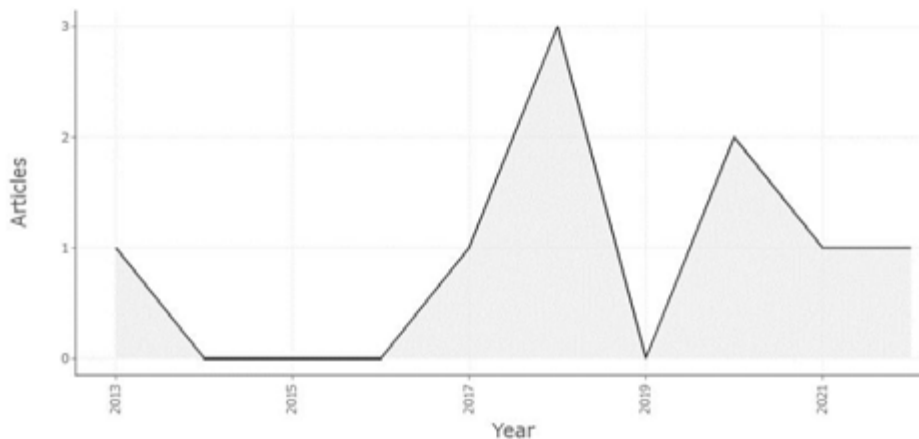
O processo de análise bibliométrica iniciou-se na seleção de palavras chaves para a análise de periódicos, inicialmente começamos com os termos



{ALL=Resíduos Fósseis OR Pedra Cariri OR Rochas Sedimentares}, onde encontramos apenas 9 artigos referentes publicados entre 2012 e 2022. Com relação a produção anual de periódicos obteve-se que:

Em 2018, as publicações tiveram um alto crescimento, visto que nos anos anteriores elas tinham quase um número negativo de publicações, em 2019 temos um declínio das publicações reduzidas a 0 (Figura 1).

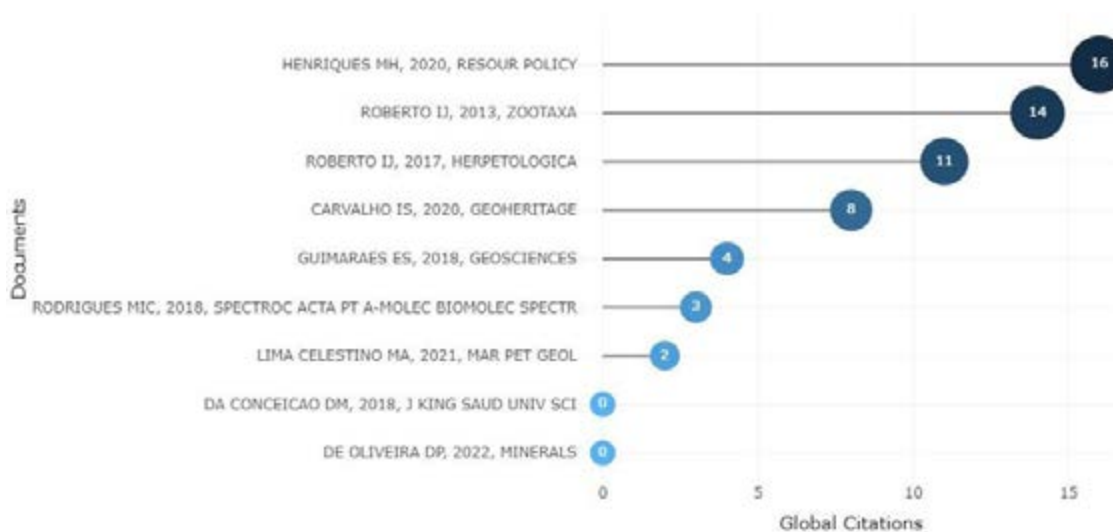
Figura 1 – Relação da quantidade e publicações pelo tempo



Fonte: autoria própria.

Dos periódicos publicados, os mais citados têm 16 citações de Henrique MH, 2020, Resour Policy. Seguido de Roberto Ij, 2013, Zootaxa com 14 citações e Herpetologica 11 (Figura 2).

Figura 2 – Relação entre pesquisadores e quantidades de citações



Fonte: autoria própria.

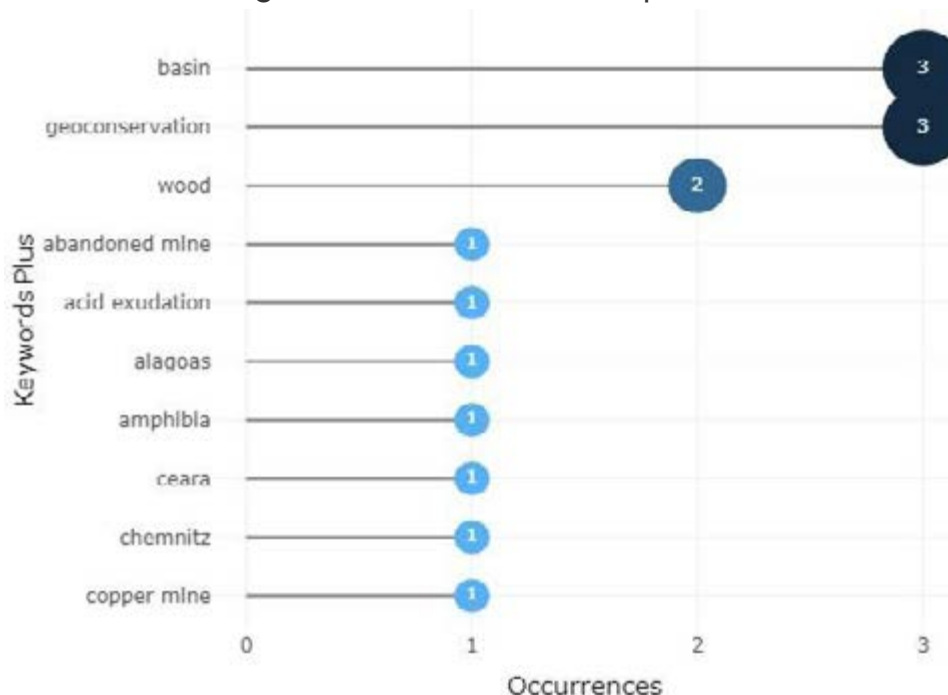
Ao analisar as palavras mais frequentes, percebe-se que três se destacam entre as 10 mais citadas. São elas bacia, geoconservação e madeira.

Bacias sedimentares são formações rochosas localizadas em áreas de depressões relativas ou absolutas. A geoconservação surge como uma necessidade de conservar e gerir o patrimônio geológico e os processos naturais associados.

A madeira é usada para gerar energia limpa a partir de seus resíduos como serragem, caroços de frutas, palha de arroz, e cavacos de madeira são os materiais onde são usados nesse processo de modo econômico e ecológico.

Cada uma dessas palavras tem significado diverso sendo utilizada de formas diferentes em cada artigo e com diferentes fins.

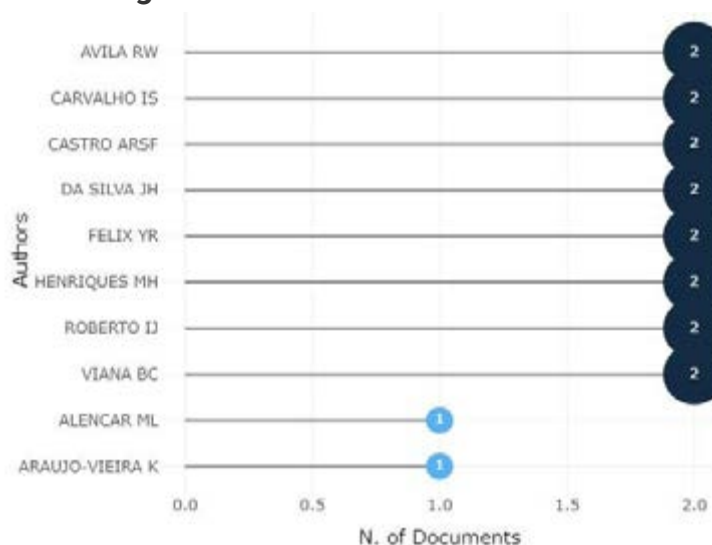
Figura 3 – Palavras mais frequentes



Fonte: autoria própria.

Ao analisar os autores mais relevantes, de acordo com nossa base de dados extraída a partir dos termos {ALL=Resíduos Fósseis AND Pedra Cariri AND Rochas Sedimentares}, publicados entre 2012 e 2022. Percebe-se um equilíbrio entre os 08 dos 10 autores mais relevantes.

Figura 4 – Autores mais relevantes



Fonte: autoria própria.

As análises gerais dos periódicos denotam a falta de publicações na área da pesquisa, com apenas 9 documentos publicados e 0% de crescimento nas publicações. Tendo 46 autores e 6 co-autores, citando aproximadamente 483 referências. Entre 2013 e 2022 apenas 8 artigos foram publicados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

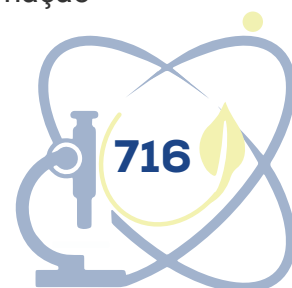
Este trabalho que tem como objetivo obter informações sobre os resíduos fósseis e seus rejeitos e como é um problema o descarte e reutilização, para subsidiar uma pesquisa mais ampla que busca desenvolver um compósito a partir dos rejeitos da extração da pedra cariri no município de Santana do Cariri - Ceará, visando propor uma novo material em relação ao compósito original a fim de reduzir os impactos ambientais causados pelos rejeitos da extração da pedra cariri, permitindo uma ampliação de utilização das impressoras 3D da Z Corporation. Proporcionando ainda, a redução dos impactos ambientais nesta região.

Esta investigação seguiu uma metodologia quantitativa de revisão de literatura com suporte da análise bibliométrica, que se iniciou na seleção de palavras chaves para a análise de periódicos pelo portal de periódicos Capes.

Foram utilizados os termos {ALL = Resíduos Fósseis OR Pedra Cariri OR Rochas Sedimentares} publicados entre 2012 e 2022 inclusive, obtendo 9 artigos qualificáveis para análise com uso do *Bibliometrix*.

Um maior escopo nesse campo de pesquisa dificultou a criação de uma análise mais ampla sobre o tema, porém tornou minuciosa a análise de cada periódico.

Os periódicos analisados expuseram de maneira clara os assuntos abordados, tratando de questões climáticas, impactos ambientais causados pela ação dos rejeitos de resíduos fósseis e a formação deles ao longo da história permitindo assim esclarecer dúvidas sobre formações geológicas de fósseis no geral, também apresentaram as condições propícias que a região do cariri se encontrava para favorecer assim a formação fóssil, principalmente a pedra cariri. Em síntese, esses periódicos contribuem significativamente em estudos futuros nesse segmento de publicações, além de contribuírem para informação



na comunidade acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Os mais sinceros agradecimentos ao grupo de pesquisa Computation and Design (CoDe), que impulsiona cada membro. Agradecemos a Universidade Federal do Cariri (UFCA) pelo ensino de qualidade, por acreditar na educação e na pesquisa científica como forma de crescimento.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, Eliana Garcia. Mineração, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no estado do Ceará: Aspectos Legais, Econômicos e Sociais. *Revista Ciências Administrativas*, [s. l.], v. 10, p. 291-317, 2004. Disponível em: <https://ojs.unifor.br/rca/article/view/237>. Acesso em: 12 set. 2019.

CHACON, Suely Salgueiro. **O sertanejo e o caminho das águas: políticas públicas, modernidade e sustentabilidade no semi-árido**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007.

CUNHA, Miriam Vieira da. Os periódicos em ciência da informação: uma análise bibliométrica. **Ciência da Informação**, [s. l.], v. 14, n. 1, 1985. Disponível em: <https://revista.ibict.br/ciinf/article/view/225>. Acesso em: 28 ago. 2022.

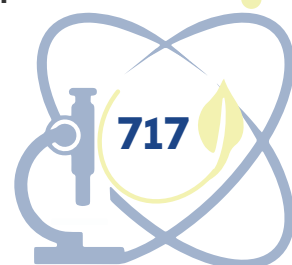
ESMERALDO, Antônio Demouthie de Sales Rolim; CARTAXO, Amélia de Santana. Avaliação da incorporação de pedra Cariri em massas de tijolos de cerâmica vermelha. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA METALÚRGICA, DE MATERIAIS E DE MINAS (ENEMET)*, 16., set. 2016, Rio de Janeiro, RJ. **Anais [...]**. Rio de Janeiro, v. 16, n. 16, p. 1470-1474, 2016.

MELO RIBEIRO, Henrique César. Bibliometria: quinze anos de análise da produção acadêmica em periódicos brasileiros. **Biblios**, [s. l.], n. 69, p. 1-20, oct./dic. 2017. Disponível em: http://www.scielo.org/pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1562-47302017000400001. Acesso em: 28 ago. 2022.

MENDES FILHO, Edilson. **Uma avaliação do programa de apoio ao arranjo produtivo local da Pedra Cariri-Ceará**. 2009. Dissertação (Mestrado profissional em economia do setor público) - Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

MORAES, Antônio Hígor Mendes. **Análise ambiental das atividades de mineração da Pedra Cariri no município de Nova Olinda – CE**. 2018. 40 p. Monografia (Tecnólogo da Construção Civil) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Regional do Cariri, Juazeiro do Norte, 2018.

OLIVEIRA, Diego Bandeira de. **O uso do resíduo pedra Cariri como material**



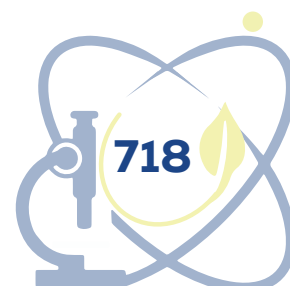
alternativo para aplicação em camadas granulares de pavimentos. 2016. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

PONTES, Thiago Bessa. **Ensino da programação informática para estudantes de arquitetura:** Aplicação do Modelo Instrutivo 4C/ID e seus Efeitos nos Conhecimentos, Motivação e Aprendizagem Autodirigida. 2020. Tese (Doutorado em Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação) - Universidade de Lisboa, Instituto de Educação, 2020.

SOARES, Patrícia Bourguignon *et al.* Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre Tecnologia de Construção e Edificações na base de dados Web of Science. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 175-185, 2016. ISSN 1678-8621. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212016000100067>. Acesso em: 27 ago. 2022.

SUASSUNA, Philipe Macedo *et al.* Reaproveitamento do rejeito da extração e beneficiamento da pedra Cariri em massas cerâmicas. *In: ENCONTRO UNIVERSITÁRIO DA UFC NO CARIRI*, 4., 2012, Juazeiro do Norte. **Anais [...]**. Juazeiro do Norte, CE: UFC, 2012. p. 1-5.

TENOPIR, Carol; KING, Donald W. A importância dos periódicos para o trabalho científico. **Revista de Biblioteconomia de Brasília**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 15-26, 2001. Disponível em: <https://brapci.inf.br/index.php/res/v/70824>. Acesso em: 27 ago. 2022.



MATERNIDADE, TRABALHO E ESTUDOS: DESAFIOS DE MULHERES UNIVERSITÁRIAS

Ana Cecília Figueirêdo Leite¹

Francione Charapa Alves²

Felipe Fabrício Genuíno Sampaio³

RESUMO

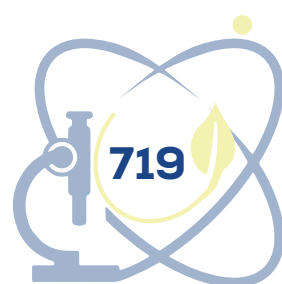
Ao longo da história, as mulheres vêm travando batalhas para ter direito a uma educação igualitária e os avanços ocorrem mediante longas trajetórias de lutas. Arelado às batalhas que o público feminino enfrenta, foram incluídos nesse estudo as dificuldades relatadas por estudantes que são mulheres e também trabalhadoras e/ou mães. Assim, este artigo objetiva refletir sobre os desafios que as discentes enfrentam para a sua permanência na universidade. Para tanto, foi realizada uma pesquisa qualitativa, com uso de um questionário com 24 estudantes da Universidade Federal do Cariri, no ano de 2021. Ao final desse estudo percebemos que os marcadores sociais comuns às estudantes determinam dificuldades semelhantes, impactando negativamente no bem-estar dessas mulheres na universidade, ao terem que lidar com a sobrecarga de atividades para permanecer estudando. Além disso, a pesquisa mostrou que a maioria das estudantes tiveram acessos a políticas de assistência estudantil e consideram um fator importante para a sua permanência na universidade, visto que tais políticas atendem os estudantes que apresentam maiores vulnerabilidades sociais, propiciando melhores condições para continuarem a sua vida acadêmica. Sendo assim, esse estudo é necessário e relevante, pois precisamos discutir e refletir sobre os marcadores sociais que as mulheres carregam e continuar defendendo o direito a políticas que garantam condições para adentrar a universidade, permanecer e se formar.

Palavras-chave: mulheres; trabalho; maternidade; permanência no ensino superior.

¹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), ana.leite@aluno.ufca.edu.br

² Universidade Federal do Cariri (UFCA), francione.alves@ufca.edu.br

³ Universidade Federal do Cariri (UFCA), felipe.fabricio@aluno.ufca.edu.br



ABSTRACT

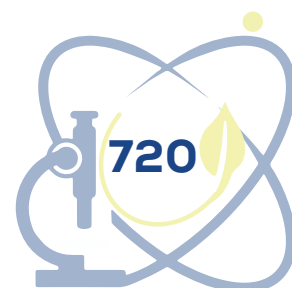
Throughout history, women have been fighting battles for the right to an egalitarian education and advances have taken place through long trajectories of struggle. Linked to the battles that the female audience faces, the difficulties reported by students who are women and also workers and/or mothers were included in this study. Thus, this article aims to reflect on the challenges that students face for their permanence at the university. To this end, a qualitative research was carried out, using a questionnaire with 24 students from the Federal University of Cariri, in the year 2021. At the end of this study, we realized that social markers common to students determine similar difficulties, negatively impacting well-being of these women at the university, having to deal with the overload of activities to continue studying. In addition, the research showed that most students had access to student assistance policies and consider it an important factor for their permanence at the university, since such policies serve students who have greater social vulnerabilities, providing better conditions to continue their education. Therefore, this study is necessary and relevant, as we need to discuss and reflect on the social markers that women carry and continue defending the right to policies that guarantee conditions to enter the university, stay and graduate.

Keywords: women; job; maternity; permanence in higher education.

1 INTRODUÇÃO

No decorrer da história, a educação das mulheres foi marcada por longos períodos de repressão, adequando-se aos padrões do patriarcado. Sendo assim, muitas mulheres não tiveram acesso a uma educação de qualidade e livre das amarras sociais. Os homens ditavam o tipo de conhecimento que suas esposas, filhas e netas deveriam receber e, mediante tais regras, davam as “permissões” que eram exigidas para que elas pudessem frequentar o meio acadêmico.

Os avanços e conquistas femininas que hoje presenciamos, por meio dos quais as mulheres têm liberdade e igualdade de direitos, decorreram de grandes lutas, apesar de ainda presenciar os estigmas do machismo que se perpetuou ao longo da história e ainda está presente na sociedade, sendo legitimado por homens, ou até mesmo por mulheres. Arelado a isso ainda há diversas demandas que são constantes e se referem aos múltiplos papéis que a mulher desempenha na sociedade que dificultam a sua trajetória acadêmica, devido ao acúmulo de funções.



Sendo assim, no atual contexto social brasileiro, as estudantes que ingressam nas universidades têm variados perfis: mães, trabalhadoras, donas de casa e/ou esposas. Considerando esses múltiplos marcadores sociais, é importante que haja uma reflexão sobre o que essas mulheres têm a dizer: que fatores afetam a sua permanência na universidade? Quais são as suas dificuldades?

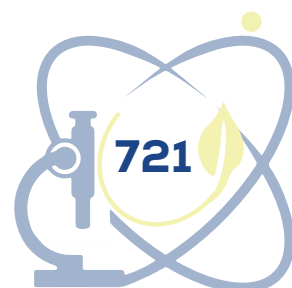
Além de todas as questões já citadas, novos desafios foram sendo apresentados durante o período de pandemia⁴ que nos encontramos. As pessoas tiveram que se adequar a uma rotina diferente, em que as jornadas de trabalho foram triplicadas, sobretudo para as mulheres.

Pensando nisso, realizamos essa pesquisa com o intuito de identificarmos as principais inquietações das estudantes de uma universidade pública do Cariri cearense, que são mães e/ou trabalhadoras, objetivando refletir especificamente sobre as dificuldades externas ao curso, que afetam a sua permanência na universidade, principalmente no que diz respeito às questões pessoais, como a maternidade, e profissionais, que envolvem trabalho e renda.

Em meio aos desafios, as políticas de assistência estudantil são essenciais para assegurar que muitos discentes em situação de vulnerabilidade social consigam permanecer e concluir a sua trajetória acadêmica. Sendo assim, esse fator relevante foi investigado nesse estudo, com o intuito de identificar se as estudantes tiveram acesso a alguma política estudantil e se consideram importantes tais políticas para superar as dificuldades enfrentadas.

Considerando todas as questões já apontadas no atual contexto que vivemos, percebemos a necessidade de ouvir os anseios do público feminino. Isto posto, este trabalho se torna ainda mais relevante por abordar investigações sobre as sobrecargas físicas e emocionais causadas pelo acúmulo de tarefas e responsabilidades atribuídas às mulheres, além de questões envolvendo os padrões socioculturais e como todos esses fatores têm influenciado na educação das mulheres universitárias.

⁴ Em março de 2020 a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou pandemia causada pelo coronavírus (COVID-19).



2 METODOLOGIA

O presente artigo é fruto de uma grande pesquisa intitulada *Interseccionalidade e acesso ao Ensino Superior: marcadores de diferença de estudantes do Instituto de Formação de Educadores, da Universidade Federal do Cariri*⁵, na qual foi aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Cariri e tem o parecer N°4.568.197. Esta pesquisa investiga os marcadores sociais de diferença dos discentes do Instituto de Formação de Educadores (IFE-UFCA).

Para a coleta de dados utilizamos um questionário eletrônico⁶, previamente aplicado no período de maio a junho de 2021 na primeira versão do projeto de pesquisa que ainda está vigente este ano de 2022. Tal questionário continha quarenta questões, entretanto selecionamos quatorze questões para identificar e traçar o perfil socioeconômico, as dificuldades enfrentadas para a permanência no Ensino Superior, e o acesso às políticas estudantis. Foram oitenta respondentes, sendo trinta e três homens e quarenta e sete mulheres, dos seguintes cursos de licenciatura: Interdisciplinar em Ciências Naturais e Matemática, Pedagogia, Biologia, Química, Física e Matemática. Entretanto para este escrito, realizamos um recorte desse público, selecionando apenas as respostas das mulheres que se encaixam em algum dos seguintes perfis: mães e/ou trabalhadoras. Sendo assim, o público da nossa pesquisa foi de um total de vinte e quatro pessoas.

A trajetória metodológica desta pesquisa consiste na abordagem qualitativa (LAZZARIN, 2017) no que diz respeito à busca pela interpretação subjetiva, considerando os relatos das dificuldades enfrentadas pelas participantes.

Para analisar os dados coletados, optamos pela a *análise de conteúdo*, método descrito por Bardin como:

⁵ Projeto iniciado em 2020 e atualmente conta com o financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (PRPI-UFCA).

⁶ O questionário continha questões, dispostas em quatro seções: 1) Perfil Socioeconômico; 2) Acesso e Permanência no Ensino Superior; 3) Sobre Assistência Estudantil; 4) Sobre Marcadores Sociais de Diferença e Discriminação.



um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 1977, p. 42).

Organizamos os dados de acordo com as seguintes etapas: (i) pré-análise, (ii) exploração do material e (iii) tratamento dos resultados, inferência e interpretação, conforme orienta Bardin (1977). E logo após, apresentamos os resultados e reflexões mais pertinentes, que deram origem a este artigo científico.

Iniciamos a primeira etapa organizando todas as respostas obtidas no questionário, e em seguida fizemos as leituras flutuantes para então, chegar às conclusões a partir do material tratado.

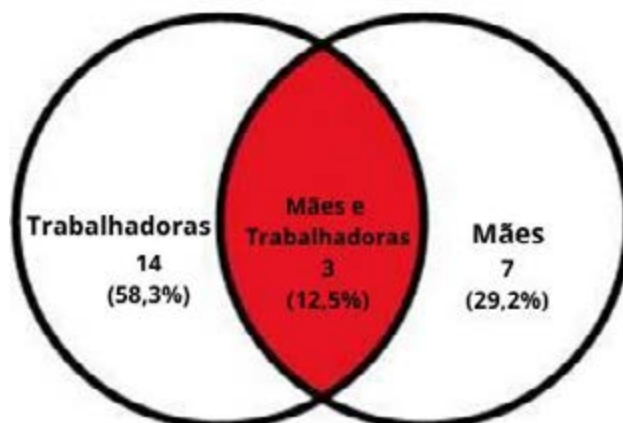
3 DESAFIOS E SOBRECARGAS: MARCADORES SOCIAIS DE MULHERES ACADÊMICAS

Este tópico traz os resultados e discussões, no qual apresentamos a análise de conteúdo da pesquisa, divididos em duas seções que descrevem os dados coletados a partir do questionário aplicado.

3.1 Perfil socioeconômico: quem são essas estudantes?

Em relação ao perfil das participantes da pesquisa, apresentamos alguns aspectos que consideramos importantes no que diz respeito à quantidade de mulheres que trabalham e/ou são mães. Conforme apresentado no gráfico abaixo, quatorze mulheres são trabalhadoras, sete são mães e três apresentam os dois aspectos:

Gráfico 1 – Perfil das mulheres



Fonte: autoria própria.

A partir dos dados coletados, podemos identificar que a quantidade de universitárias que somente trabalham é o dobro da quantidade de estudantes que são mães, e quando observamos o número de graduandas que são trabalhadoras e mães percebe-se que é ainda mais reduzido.

O acúmulo de papéis dificulta a permanência das mulheres no meio acadêmico, principalmente quando envolvemos a maternidade. Segundo Gomes (2020, p. 22):

a estrutura e a forma de organização da carreira acadêmica continuam a limitar a ascensão profissional das mulheres nesse contexto, especialmente quando estas são mães, implicando em um processo por vezes conflitante, de conciliação entre projetos distintos, porém, que não deveriam ser concorrentes: maternidade e uma carreira acadêmica-profissional.

Para as mulheres que trabalham, questionamos em quais áreas elas atuam e a quantidade de horas. As respostas incluíram diferentes áreas profissionais, apesar de estarem sendo formadas para a área docente, algumas encontram oportunidades de emprego em outros ramos. As respostas foram: 8 pessoas que trabalham na educação, 2 na área da saúde, 1 agente administrativa, 1 zeladora, 1 comerciante, 1 em escritório de advocacia, 1 na agricultura, 1 em serviços gerais e 1 pessoa não respondeu. Com relação a carga horária, 9 mulheres trabalham cerca de 4 a 7 horas por dia, as demais trabalham 8 horas diariamente (8 pessoas), mas também há quem trabalhe até 9 horas (1 pessoa).

Percebemos que as jornadas triplas fazem parte da realidade das mulheres, até mesmo daquelas que trabalham um turno por dia, ou seja, 4 horas, pois precisam realizar também os afazeres domésticos e dar conta da sua carreira acadêmica. Conseguir conciliar as tarefas dessa rotina e desempenhar todas as funções bem, não é fácil e acaba gerando um desgaste físico e emocional que prejudica, inclusive, a saúde dessas estudantes. Segundo Ávila e Portes (2012, p. 815):

Para as mulheres que vivenciam essa realidade, a rotina diária é um corre-corre frenético para tentar dar conta de todos os segmentos de trabalho. Para grande parte das mulheres, a habilidade de separar e definir limites para os diferentes tempos/espacos é um grande desafio. Conciliar os três segmentos de trabalho é uma fonte de estresse, ansiedade e pressão constantes. Isso as torna emocionalmente vulneráveis.

Outro aspecto observado acerca do perfil das participantes refere-se às questões de moradia. Os dados revelam que 9 são da zona urbana e 15 da zona rural, ressaltando que consideramos como zona rural, pessoas oriundas dos sítios pertencentes ao município de Brejo Santo e de pequenas cidades do seu entorno. Essa questão foi escolhida, devido aos problemas de deslocamentos citados pelas próprias participantes e que acabam somando-se a mais um fator que dificulta a permanência estudantil.

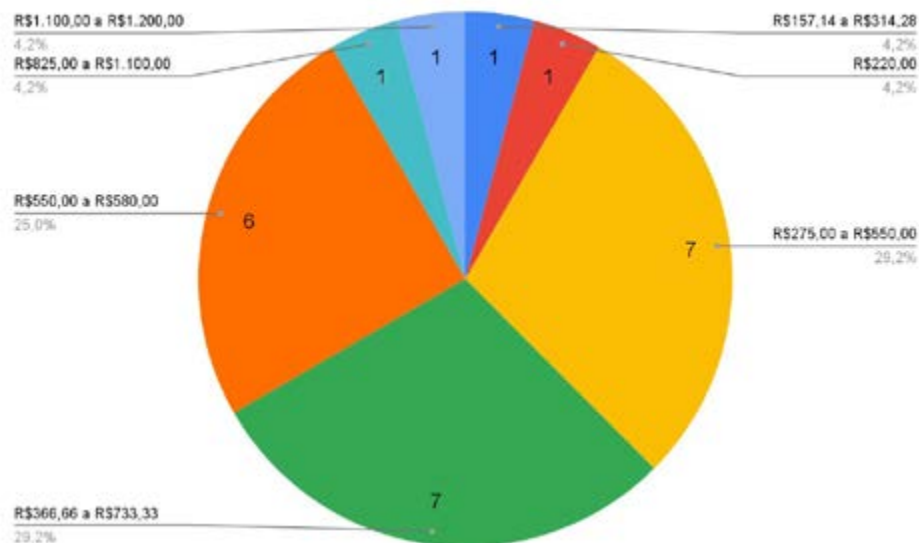
Além disso, para traçarmos o perfil econômico das discentes, contabilizamos os quantitativos acerca do grupo familiar e o valor salarial declarado no questionário. No que concerne ao grupo familiar, a maior parte das mulheres afirma que o quantitativo varia de 3 a 4 pessoas, sendo que uma das participantes mencionou ter 7 membros na família.

Ao considerarmos a renda total da família das participantes, oito pessoas afirmam que têm uma renda abaixo de 1 salário-mínimo; treze pessoas possuem renda familiar em torno de 1 a 2 salários; duas pessoas afirmaram ter renda entre 2 e 3 salários e uma pessoa entre 3 e 4 salários.

A partir das respostas da renda e do quantitativo de pessoas do grupo familiar, realizamos os cálculos que demonstram que a maior parte das mulheres tem a renda per capita variando entre R\$275,00 a R\$550,00 e R\$366,66 a R\$733,33, conforme apresentamos no gráfico 2 a seguir:



Gráfico 2 – Renda per capita



Fonte: autoria própria.

Conforme observado há estudantes vivendo bem perto dos níveis de pobreza, que é de renda familiar mensal per capita entre R\$105,01 e R\$210,00, conforme estabelecido pelo Governo Federal⁷. Ponto a ser considerado, pois afeta diretamente na permanência no Ensino Superior.

3.2 Permanência no ensino superior: como superar as dificuldades?

É importante identificar as dificuldades enfrentadas pelas discentes na Educação Superior para entender o que impulsiona a defasagem acadêmica? E o que poderia ser feito para garantir a conclusão dos cursos?

Como percebemos na seção anterior que descreve o perfil das participantes da pesquisa, muitos marcadores sociais apontam as desigualdades de oportunidades que estão atreladas ao gênero, moradia e as triplas jornadas que essas mulheres precisam assumir para estudar, cuidar da casa/família e ainda ter recursos financeiros.

Atrelada às questões envolvendo renda e as oportunidades de desenvolvimento acadêmico, as bolsas de estudos (Pesquisa, Extensão, Cultura e Ensino) ofertadas na Universidade Pública, são oportunidades que contribuem

⁷ Disponível no site: <https://www.gov.br/cidadania/pt-br/auxilio-brasil/#quem-direito>

com a permanência de estudantes no Ensino Superior, pois além de fomentar o desenvolvimento de projetos e ascensão profissional ao melhorar o currículo, fornecem ajuda de custo no valor de R\$ 400,00 para os/as discentes envolvidos.

Isto posto, vale ressaltar a relevância dessas oportunidades na universidade pública justamente por ser um espaço que deve democratizar a educação, atendendo estudantes de poder aquisitivo baixo. Para garantir que todos tenham acesso aos projetos desenvolvidos, as bolsas se tornam, por muitas vezes, o maior incentivo para quem almeja ampliar o conhecimento, mas que não tem recursos financeiros para poder se dedicar aos estudos. Daí a importância da ampliação da quantidade de bolsas ofertadas nas instituições de Ensino Superior.

Nesta pesquisa verificamos que 14 estudantes (que equivale a cerca de 58% das participantes) mencionaram receber ou ter recebido o valor referente aos projetos. Vale ressaltar que das 7 mulheres que não trabalham, mas que são mães, 6 estão incluídas nesse quantitativo que já participou ou participa de projetos, sendo assim, nota-se que esse envolvimento auxilia tanto as discentes que ainda não estão no mercado de trabalho, como também complementa a renda das que já tem empregos, visto que a questão financeira foi um dos problemas mais recorrentes citados pelo público da pesquisa.

Na exploração do material, consideramos os aspectos descritos na seção anterior, pois apresentam direta relação com as falas das participantes. Conseguimos observar respostas que apresentavam temas em comum e partindo dessa perspectiva, traçamos as unidades de análise, que são: categoria, unidade de registro e unidade de contexto.

A categoria foi determinada considerando as respostas subjetivas das participantes no que diz respeito às problemáticas e ficou definida como: Dificuldades para a permanência no Ensino Superior.

Considerando os aspectos da categoria, notamos que alguns problemas foram citados recorrentes vezes, dessa forma, as unidades de registro enfatizam as principais adversidades, que são: Renda/Questões Financeiras; Transporte/ Locomoção; Trabalho/Profissão; Maternidade; Falta de tempo; e Questões pessoais.



Ao questionarmos: *Quais as maiores dificuldades que enfrenta para a sua permanência no Ensino Superior?* Tivemos, dentre outras falas, as seguintes respostas:

Ter que trabalhar e estudar ao mesmo tempo pra poder se manter, é muito cansativo. (A2 – Trabalhadora)

Renda, problema de saúde, dona de casa e mãe de duas crianças pequenas. (A26 - Mãe)

Trabalho, e a questão de horários e tempo para me dedicar aos estudos, o acesso também é complicado, por morar no município, trabalhar em outro e estudar em Brejo. (A31 - Trabalhadora)

As maiores dificuldades são em relação ao tempo, renda financeira e locomoção, pois preciso conciliar casa, filho e os estudos, além disso, minha renda financeira não é suficiente para com meus gastos pessoais e da universidade pois, preciso pagar transporte para me locomover para a universidade e ademais, ainda tem outros gastos como a alimentação. (A49 - Mãe)

Em relação ao tempo, por conta do trabalho, está muito corrido para eu conseguir acompanhar as aulas. (A56 - Trabalhadora)

Questões pessoais e profissionais afetam a minha permanência no curso. (A60 - Mãe e trabalhadora)

Acompanhar as disciplinas ofertadas. Assimilar muito conteúdo. Concentração... (A78 - Trabalhadora)

Percebemos nas respostas das estudantes mães e/ou trabalhadoras que as jornadas duplas e triplas de trabalho, estudo, afazeres domésticos e cuidado com os filhos/as, consomem muito tempo e causam uma sobrecarga nessas mulheres. Considerando que o público da UFCA é diversificado e atende pessoas de diversas localidades, muitos estudantes de cidades circunvizinhas e sítios, precisam se deslocar e isso também é um fator presente nas falas das nossas participantes.

É perceptível que os diversos marcadores sociais observados no perfil socioeconômico têm direta relação com os relatos das dificuldades enfrentadas e nos ajuda a ter uma melhor compreensão das dificuldades citadas, pois como identificamos, o nosso público apresenta aspectos como renda baixa, pessoas de zona rural e algumas com carga horária de trabalho que chega a completar dois turnos.

Esse acúmulo de funções determina inclusive o rendimento acadêmico, visto que o tempo é mais “corrido”, como citado nas falas anteriores, e isso inviabilizam que elas possam se dedicar com mais calma às atividades

acadêmicas. Gomes (2020, p. 43) levanta essa questão, especialmente se tratando de mães:

Conciliar a vida de mãe com a vida acadêmica em uma sociedade onde a responsabilidade sobre os filhos costuma recair sobre as mulheres é um desafio que transcende as questões acadêmicas. Existe uma cobrança da própria universidade por bons rendimentos acadêmicos e existe um peso do que é ser mãe, ancorado nas projeções e expectativas que a nossa sociedade lança sobre a maternidade.

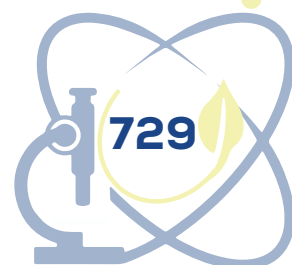
Além das mães, as mulheres que têm trabalho remunerado e que realizam os trabalhos domésticos, apresentam relatos recorrentes da falta de tempo e esse fator é determinante para o bom desempenho acadêmico.

Ambas rotinas são extremamente exaustivas e por isso elas enfrentam limitações, impedindo-as de terem momentos de lazer, por exemplo, visto que estão imersas em diversos afazeres e trabalhos a todo momento, sendo assim a qualidade dos trabalhos não é a mesma, visto que não conseguem realizar todas as tarefas como gostariam e por vezes não conseguem cumprir tudo o que lhe é atribuído (ÁVILA; PORTES, 2012).

3.3 Políticas de assistência estudantil: um pilar que garante a permanência no ensino superior

Diante das dificuldades apresentadas, percebemos que as participantes da pesquisa têm marcadores sociais que evidenciam vulnerabilidades socioeconômicas, sendo assim, as políticas de assistência estudantil se fazem necessárias para que todos os discentes permaneçam na universidade.

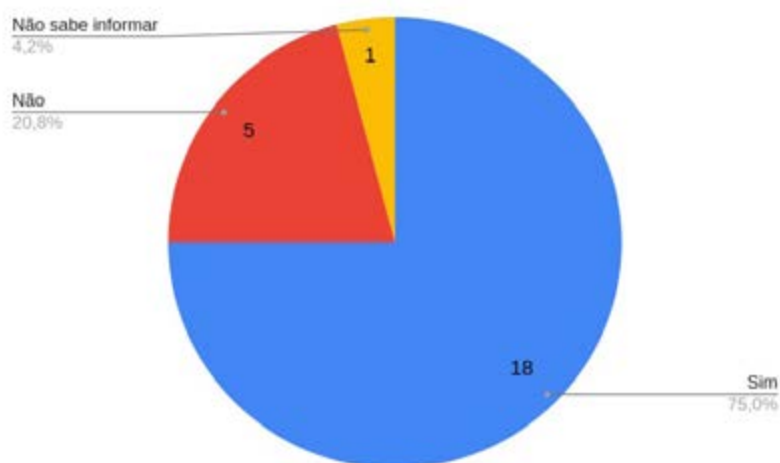
Atualmente a Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis da Universidade Federal do Cariri (UFCA) dispõe dos seguintes serviços: auxílios (alimentação, creche, emergencial, inclusão digital, moradia, transporte, óculos, financeiro a eventos e saúde menstrual), bolsa permanência, refeitório universitário, atendimento pedagógico, psicológico e psiquiátrico. Além desses serviços, as bolsas ofertadas pelas outras Pró-Reitorias através do desenvolvimento de projetos de Cultura, Ensino, Extensão e Pesquisa, ou até mesmo pelo Programa de Aprendizagem Prática para atuar nos setores administrativos da universidade, são importantes já que além de contribuir na formação de profissionais mais



capacitados com o currículo diversificado, dispõe de um incentivo financeiro que ajuda a complementar a renda dos estudantes.

Isto posto, nossa pesquisa investigou ainda se as alunas têm tido acesso a essas políticas estudantis. A maioria respondeu que tem ou já tiveram acesso, conforme podemos visualizar no gráfico abaixo:

Gráfico 3 – Acesso a políticas estudantis



Fonte: autoria própria.

Das que responderam sim, todas citaram receber os auxílios, além disso, uma estudante falou que também tem acesso a atendimento psicológico e quatro citaram receber bolsas estudantis.

Também questionamos se elas consideram importantes os serviços e atividades promovidas pela assistência estudantil e todas responderam afirmaram sim, inclusive as que responderam nunca ter tido acesso aos serviços ofertados, mesmo assim, em suas falas reconhecem a importância dessas ações, principalmente para os alunos que são mais vulneráveis, conforme podemos observar nas respostas de algumas discentes:

Sim, pois dá ao aluno suporte, e em muitos momentos é a única forma que o estudante tem de se manter na universidade. (A1 - Mãe)

Sim, porque dá suporte para aqueles alunos que precisam de ajuda psicológica por conta desse período pandêmico e também dar suporte para aqueles alunos com problemas financeiros através das bolsas e auxílios. (A29 - Trabalhadora)

Sim, pois permite ao estudante de baixa renda a permanência nas

universidades e em institutos federais, de maneira que garante aos estudantes a melhoria do desempenho acadêmico e a igualdade de oportunidades e direito. (A49 - Mãe)

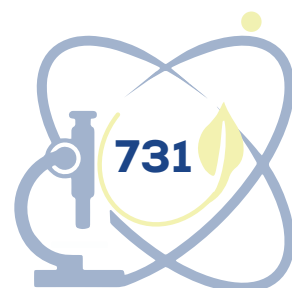
É notável que as políticas de assistência estudantil são essenciais para garantir o direito à educação e amenizar as desigualdades existentes, especialmente nas universidades públicas, assegurando um ensino de qualidade a todos os estudantes. Entretanto, pesquisas apontam preocupações quanto à mercantilização do ensino superior, em detrimento a uma educação de qualidade, visto que o neoliberalismo estimula a privatização da educação, e por isso temos presenciado a precarização do ensino com reduções significativas de investimentos (PEREIRA; NUNES, 2018).

Segundo Pereira e Nunes (2018, p. 9): “apenas ampliar a oferta de vagas nas universidades públicas, não é sinônimo de garantia de permanência dos estudantes pertencentes às camadas economicamente baixas da sociedade”, é necessário a efetivação das políticas estudantis para que os/as estudantes tenham condições de permanecer com um ensino de qualidade e concluir a sua trajetória acadêmica, já que muitos alunos/as entram nas estatísticas de evasão, por não ter condições socioeconômicas de se manter nos cursos de graduação.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em meio a uma sociedade que ainda mantém padrões e estereótipos machistas e discriminatórios, o espaço acadêmico e a conclusão de um curso superior precisam ser garantias efetivas para as mulheres, pois é desta forma que podemos construir uma sociedade em que todas possam ocupar melhores postos de trabalhos, terem valorização salarial e sua independência plena. No entanto, o processo formativo não é simples, e é composto por nuances que muitas vezes tornam mais difíceis as condições para prosseguimento nos estudos, haja vista que muitas mulheres ocupam muito seu tempo com afazeres domésticos, tarefas da maternidade, jornadas de trabalhos desgastantes e tudo isso diminui o tempo disponível para estudos e demais atividades acadêmicas.

Diante do exposto, é importante que as mulheres mães e trabalhadoras possam dispor de plenas condições para adentrar a universidade, permanecer nela e se formar. Políticas de assistência estudantil nesse viés são fundamentais,



mas, o apoio da família e sociedade também é imprescindível, pois além de condições financeiras que forneçam suporte monetário, é também necessário desconstruir e dilacerar dogmas e dilemas machistas e misóginos.

AGRADECIMENTOS

Nós agradecemos a Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (PRPI) da Universidade Federal do Cariri (UFCA) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo importante apoio e financiamento para a realização e continuação desse projeto de pesquisa que está na sua segunda versão.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, Rebeca Contrera; PORTES, Écio Antônio. A tríplice jornada de mulheres pobres na universidade pública: trabalho doméstico, trabalho remunerado e estudos. **Revista Estudos Feministas**, Florianópolis, v. 20, n. 3, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ref/a/5dt5spzRWMYjrrRVB4dcsmj/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 13 jun. 2022.

BARDIN, Lawrence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977. 225 p.

GOMES, Lídia Laís Balbino. **Mulher, mãe e universitária: desafios e possibilidades de conciliar a maternidade à vida acadêmica**. 2020. Monografia (Graduação em Terapia Ocupacional) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/17638>. Acesso em: 07 jun. 2022.

LAZZARIN, Luís Fernando. **Bases epistemológicas da pesquisa em educação**. 2017. Disponível em: https://nte.ufsm.br/images/identidade_visual/Educao_Especial.pdf. Acesso em: 03 mar. 2022.

PEREIRA, Sandra de Oliveira Gomes; NUNES, Juraildes Barreira. A presença das mulheres no Ensino Superior e o papel das políticas de permanência das universidades federais brasileiras. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM SERVIÇO SOCIAL*, 16., 2018. Espírito Santo. **Anais** [...]. Espírito Santo, UFES, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/abepss/article/view/23378/16097>. Acesso em: 16 jun. 2022.



ESCAMAS DE PEIXE TILÁPIA PARA ADSORÇÃO DE CHUMBO

Andreza Gonçalves Feitosa

Jorge Marcell Coelho Menezes

Leandro Marques Correia

RESUMO

A escama de peixe tilápia (espécie *Oreochromis niloticus*), é composta por uma matriz inorgânica, a hidroxiapatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_6\text{OH}$), e por uma matriz orgânica, o colágeno ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$). O objetivo da pesquisa foi utilizar as escamas de peixe tilápia em forma de pó para adsorção de chumbo. As escamas de tilápia foram caracterizadas por: Ponto de carga zero, difração de raios-X, fluorescência de raios-X e infravermelho com transformada de Fourier. Na execução dos ensaios de adsorção foi utilizado um planejamento fatorial de 2^{**} (k-p) standard designs (Box, Hunter, & Hunter) com o ponto central em triplicata a fim de verificar quais variáveis influenciam no processo de adsorção, estas são: concentração de chumbo, tempo de contato entre adsorbato e adsorvente e massa do adsorvente. A partir dessas variáveis obtemos como resposta a capacidade de adsorção do chumbo no material. Os 11 experimentos foram conduzidos em batelada à temperatura de 30 °C, com agitação magnética de 200 rpm. Os ensaios de adsorção foram conduzidos com massa do adsorvente (50 mg, 100 mg e 150 mg), 20 ml de solução de chumbo nas concentrações (10 mg/L, 20 mg/L e 30 mg/L), e tempo de contato (5 min, 10 min e 15 min). Verificou-se pelos 11 experimentos do planejamento fatorial a maior capacidade de adsorção (12,87 mg/g) na maior concentração de íons Pb^{2+} (30 mg/L), no maior tempo de contato (15 min) e na menor massa do adsorvente (50 mg). Logo, o pó da escama de peixe tilápia foi promissor como material adsorvente na captura dos íons chumbo.

Palavras-chave: escamas de peixe; tilápia; adsorção; chumbo.

1 INTRODUÇÃO

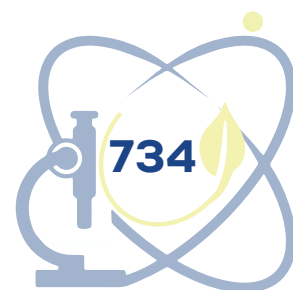
O desenvolvimento da humanidade, quanto sociedade, está associado, sem dúvida, ao surgimento e aprimoramento do setor industrial ao longo dos anos. Em contraste aos aspectos positivos, no entanto, tem-se o aumento de problemáticas ambientais ligadas as atividades desse setor, dentre as quais cabe destacar a contaminação de águas residuais industriais. Sendo estas, em geral, resultantes da mistura de diversas correntes geradas em diferentes unidades do setor produtivo (CAMMAROTA, 2011).

Tendo em vista esta variabilidade de composição, suscita-se em torno dos efluentes industriais, preocupações voltadas a seu descarte, uma vez que, possuindo substâncias tóxicas acima dos níveis recomendados não devem ser lançados em corpos d'água ou na rede pública para tratamento com o esgoto doméstico. Os principais poluentes de origem industrial são os compostos orgânicos e inorgânicos; especialmente os metais pesados (ARCHELA, 2003).

Os metais se encontram na forma de íons dissolvidos em água, dependendo do nível de concentração a que se encontram se afiguram como extremamente nocivos ao meio ambiente. Ademais, quando em concentração acima dos limites estabelecidos, e a depender da quantidade ingerida, podem causar danos à saúde dos seres vivos devido à sua toxicidade e efeito carcinogênico (MIMURA *et al.*, 2010; DEVECCHI *et al.*, 2006).

No entanto, já existem processos, tanto em estudo, quanto em campo, que visam a remoção desses metais de efluentes industriais, sendo os principais deles: adsorção, biossorção, eletrodialise, osmose reversa, ultrafiltração, precipitação química, precipitação por sulfeto, biomineração e biolixiviação. Dentre estes, destaca-se a adsorção, uma das técnicas mais eficazes e econômicas para o tratamento de efluentes com presença de metais (REIS, 2022).

O elemento químico (Pb) possui número atômico ($Z = 82$), podendo ser encontrado na natureza sob a forma de quatro isótopos (^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb e ^{208}Pb). Usualmente, encontrado na forma de sulfeto de chumbo (PbS), sulfato de chumbo (PbSO_4) e carbonato de chumbo (PbCO_3), apresenta-se como mau condutor de eletricidade e encontra-se presente na crosta do planeta terra em concentrações de 15 mg/L (VAITSMAN *et al.*, 2001).



O Pb quando encontrado na forma de compostos inorgânicos, seu estado de oxidação é +2 e +4. Os compostos solúveis em água fria, acetatos e nitratos são os mais comuns, já os cromatos, cloretos e estearatos são poucos solúveis. Na forma de sulfato, sulfeto, carbonato e óxido, a sua solubilidade é moderada. O chumbo também sintetiza compostos orgânicos, como o tetraetil e terametil, importantes para o uso adequados de aditivos de gasolina (MOREIRA; MOREIRA, 2004).

O Pb é extraído de minerações e sua contaminação é evidenciada, em maior parte, através das fabricações de baterias de automóveis, munições, solda, revestimentos de cabos, em rolamentos, escudos radioativos e tintas (AKE *et al.*, 2001).

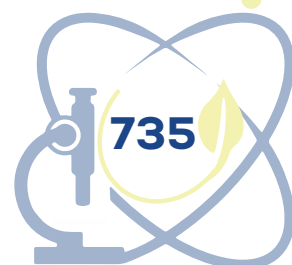
Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão normativo e fiscalizador, a quantidade máxima de chumbo descartada ao meio ambiente é de 0,5 mg/L (CONAMA, 2008).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi estudar a aplicação de escamas de peixe tilápia como material adsorvente para soluções sintéticas do metal chumbo (Pb). O material adsorvente coletado foi devidamente preparado e caracterizados: (i) ponto de carga zero (pH_{pcz}), (ii) difração de raios-X (DRX), espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (IVTF) e fluorescência de raios-X (FRX). A otimização da capacidade de adsorção foi realizada por meio de um planejamento fatorial, a partir do qual foi possível estudar alguns parâmetros de influência no processo: massa do adsorvente (mg), tempo de contato do adsorbato com o adsorvente (min) e concentração do adsorbato (mg/L).

2 METODOLOGIA

2.1 Reagentes químicos

Os reagentes químicos utilizados foram o ácido nítrico, HNO_3 P.A, 65% graus de pureza, marca Vetec LTDA, nitrato de chumbo, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ P.A, com graus de pureza 99%, marca Vetec LTDA, hidróxido de sódio, NaOH P.A, grau de pureza 98%, marca Vetec LTDA, ácido clorídrico, HCl P.A, grau de pureza, 37%, marca



Vetec LTDA e cloreto de cálcio (CaCl_2 P.A, grau de pureza 99%, marca Vetec LTDA.

2.2 Coleta e preparação do material

As escamas de peixe da espécie *Oreochromis niloticus*, também conhecida como tilápia do Nilo ou tilápia nilótica, coletadas no mercado municipal de Juazeiro do Norte, no bairro Pirajá, às quais foram utilizadas como material adsorvente para o presente estudo. Devido a intensa comercialização do pescado no local, diariamente é gerado um grande volume de escamas, que são diretamente depositados em lixeiras, ou, por vezes, apenas descartadas no ambiente sem nenhum tratamento adequado. As amostras coletadas passaram inicialmente por duas lavagens com água da torneira, sendo a primeira e a segunda lavagem o material foi imerso em uma solução de hipoclorito de sódio (10-12% de cloro livre), deixado por 10 min e enxaguadas com água destilada por 10 vezes. Posteriormente, o adsorvente foi seco em estufa, com temperatura controlada, à 100 °C, durante seis horas, adquirindo, ao término desse tempo, um comportamento quebradiço, o qual facilitara a etapa seguinte, a saber, a trituração. Nesta, utilizou-se um liquidificador doméstico, e na sequência, uma peneira de 200 mesh, para homogeneizar os tamanhos de partícula do triturado.

2.3 Caracterização do material

O adsorvente foi caracterizado a fim de avaliar suas propriedades físicas e químicas e correlacioná-las com sua capacidade de adsorção. Para tal fim, realizou-se as seguintes análises: Análise do ponto de carga zero (identificar o valor de pH no qual a carga superficial do material é nula), espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (identificar os grupos funcionais responsáveis pela adsorção cobre), fluorescência de raio X (composição química das escamas de peixe).

2.3.1 Ponto de carga zero

O ponto de carga zero do adsorvente foi determinado pelo método de titulação das massas. Para a análise, foram preparados, inicialmente, 2 L de solução de NaCl de 0,1 mol/L e ajustado o pH inicial em uma escala de



0 à 13, usando soluções de NaOH ou de HCl. Em seguida, foram distribuídos em 13 Erlenmeyer, cerca de 50 mg do material adsorvente, a saber, escamas de peixe tilápia, devidamente preparadas, e adicionado a estes, um volume de aproximadamente 20 ml da solução de NaCl, com os valores de pH inicial ajustados.

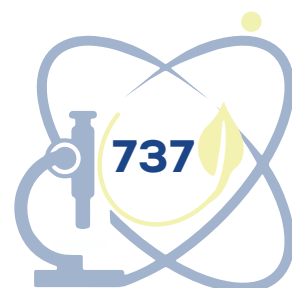
A suspensão formada, foi colocada em agitação por 24 h à temperatura ambiente, em uma mesa agitadora (SOLAD - SL 180/DT) a 200 rpm. Ao fim da agitação, mediu-se o pH da mistura da parte líquida (pH inicial e final). O ponto de carga zero obtido, para o adsorvente, corresponde à média aritmética da faixa de valores no gráfico de pH inicial versus pH final, em que o pH final manteve-se constante, independente do pH inicial, ou seja, valores para os quais se observou o efeito tampão.

2.3.2 Difração de Raios-X (DRX)

Os difratogramas de raios-X foram obtidos através de um difratômetro de amostras sólidas, modelo Rigaku (DMAXB) com radiação Co-K α , variando 2θ de 10 à 100. Os materiais foram previamente peneirados em peneiras com granulometria de 320 mesh. As análises de DRX foram determinadas no Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará, no Laboratório de Difração de Raios- X.

2.3.3 Fluorescência de Raios-X (FRX)

A composição química elementar dos catalisadores heterogêneos foi determinada por Fluorescência de Raios-X. Essa técnica consiste inicialmente em pegar um pedaço retangular de Mylar (filme) recortado, o qual, é posto sobre a parte interna do porta amostra. Em seguida, a amostra em pó dos catalisadores heterogêneos é depositada sobre o Mylar e é coberta por outro pedaço retangular de Mylar. Depois, coloca-se a parte externa do porta amostra, encaixando-a com o auxílio de uma peça metálica. Em seguida, o porta amostra é posto no espectrômetro de Fluorescência de Raios-X, marca ZSX Mini II – Rigaku para quantificação dos elementos de Flúor (F) ao Urânio (U) da tabela periódica. As análises de FRX foram determinadas no Departamento de Física da Universidade



Federal do Ceará, no Laboratório de Difração de Raios-X.

2.3.4 Infravermelho de Transformada de Fourier (IVTF)

Os espectros de infravermelho com transformada de Fourier das amostras foram registrados em um espectrômetro Shimadzu FTIR-8500 na faixa de 600–4000 cm^{-1} . O padrão de KBr foi usado para preparar as amostras.

2.4 Ensaios de adsorção em batelada

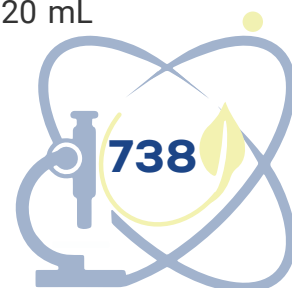
Os experimentos de adsorção foram realizados em escala de laboratório e conduzidos em batelada. Para os ensaios em batelada com o material é submetido a um determinado processo, e após algum tempo, retirado e analisado. Usualmente, é mantido um volume fixo para a solução do adsorvato, com concentração variável, mantendo-se, também fixa a massa do adsorvente (RAULINO *et al.*, 2020).

O estudo abrangeu, inicialmente, íons chumbo (Pb^{2+}). Em todos os experimentos foi usado um procedimento padrão, o qual consistia em submeter um volume fixo de 20 ml de solução do metal em foco com uma quantidade conhecida do adsorvente a uma agitação, controlando a temperatura, o tempo de contato e a concentração do adsorvato. A maioria das agitações requeridas pelo estudo, sucedeu-se em uma mesa agitadora (SOLAD - SL 180/DT) a 200 rpm.

2.5 Planejamento fatorial

A otimização do processo de adsorção em batelada para o Pb^{2+} foi feito por meio de um planejamento experimental, fatorial 2^3 e 3 repetições no ponto central. As variáveis de entrada correspondem a concentração do metal (10, 20 e 30 mg/L), massa de adsorvente (50 mg, 100 mg e 150 mg) e tempo de contato do processo batelada (5 min, 10 min e 15 min).

A Tabela 1 mostra o resumo do planejamento fatorial realizado para os ensaios de adsorção em batelada, sendo realizado um total de 11 experimentos. Os experimentos de adsorção foram realizados em batelada, utilizando 20 mL



da solução aquosa de Pb^{2+} , em uma temperatura de 30 °C, agitação magnética de 200 rpm.

Tabela 1 – Planejamento fatorial

Variáveis Reais	Níveis Codificados		
	-1	0	+1
Concentração do adsorvato _(mg/L)	10	20	30
Massa do adsorvente _(mg)	50	100	150
Tempo de contato _(min)	5	10	15

Fonte: autoria própria.

Após alcançar o equilíbrio líquido de adsorção, a fase líquida foi separada da parte sólida por filtração simples, e o material líquido foi analisado pela Espectrofotometria de Absorção Atômica, disponível no Laboratório Central Analítica, UFCA, CCT, Campus Juazeiro do Norte – CE.

A capacidade de adsorção foi calculada pela Equação 1, na qual q^* é a capacidade de adsorção em mg/g de adsorvente, C_i é a concentração inicial do metal em mg/L de solução aquosa na fase líquida e C_f é a concentração em equilíbrio dada em mg/L na fase sólida, m é massa do adsorvente em mg e V é o volume da solução do metal em mL. Os resultados obtidos de q^* pela Equação 1 foram plotados no gráfico q^* versus C_e (concentração de equilíbrio do soluto), a curva obtida foi chamada isoterma de adsorção a uma dada temperatura:

Equação 1 – Capacidade de adsorção

$$q^* = \frac{(C_i - C_f)}{m} * V$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização do material

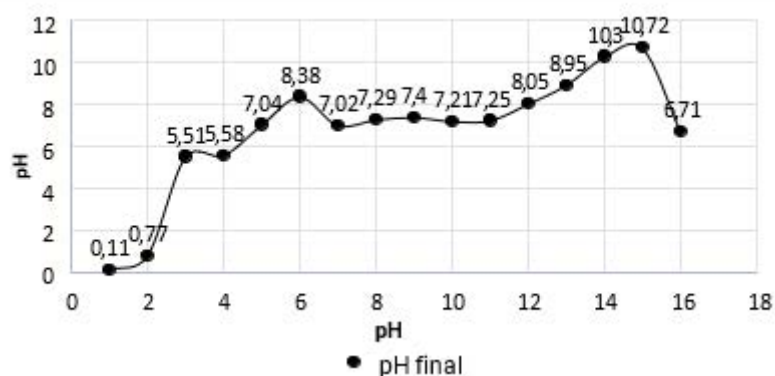
3.1.1 Ponto de Carga Zero (PH_{PCZ})

O pH_{PCZ} do adsorvente foi determinado pelo método de titulação de massas. A Figura 1 apresenta a curva pH inicial versus pH final obtida, na qual a média aritmética da faixa de valores constantes de pH final, indica o valor de ponto de carga zero.

Observa-se no gráfico uma tendência linear no intervalo de 7,02 a 7,25; o valor para o ponto de carga zero obtido para as escamas de peixe tilápia é, portanto, aproximadamente, 7,3, indicando, portanto, que as escamas de peixe natural utilizadas, estarão carregadas negativamente para valores acima do PCZ. Nesse caso, adsorção de cátions é favorecida, uma vez que a superfície do material estará carregada negativamente com íons OH^- (RIBEIRO, 2012), logo, cátions poderão ser adsorvidos para balancear as cargas negativas.

Diante dos resultados obtidos, as condições de pH em torno de 7,3 apresenta-se como mais favorável à adsorção do cátion Pb^{2+} .

Figura 1 – Ponto de carga zero (PCZ)

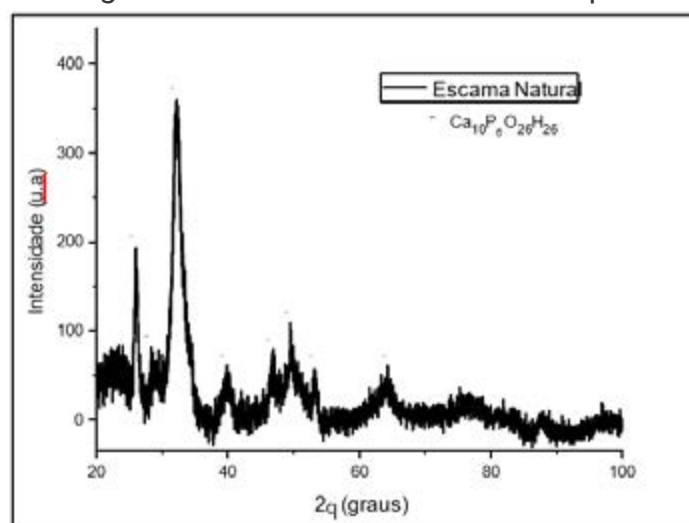


Fonte: autoria própria.

3.1.2 Difração de Raios-X (DRX)

A Figura 2 apresenta difratogramas para as escamas de peixe utilizada como material adsorvente para capturar íons chumbo (Pb^{2+}) em solução aquosa. O pico característico identificado foi a $Ca_{10}P_6O_{26}H_{26}$, que é característico do próprio material, hidroxiapatita. O programa utilizado foi Panalytical HighScore Plus versão 3.0e, sendo utilizado banco de dados Crystallography Open Database, a ficha como sendo COD database code: 9014313 (hidroxiapatita).

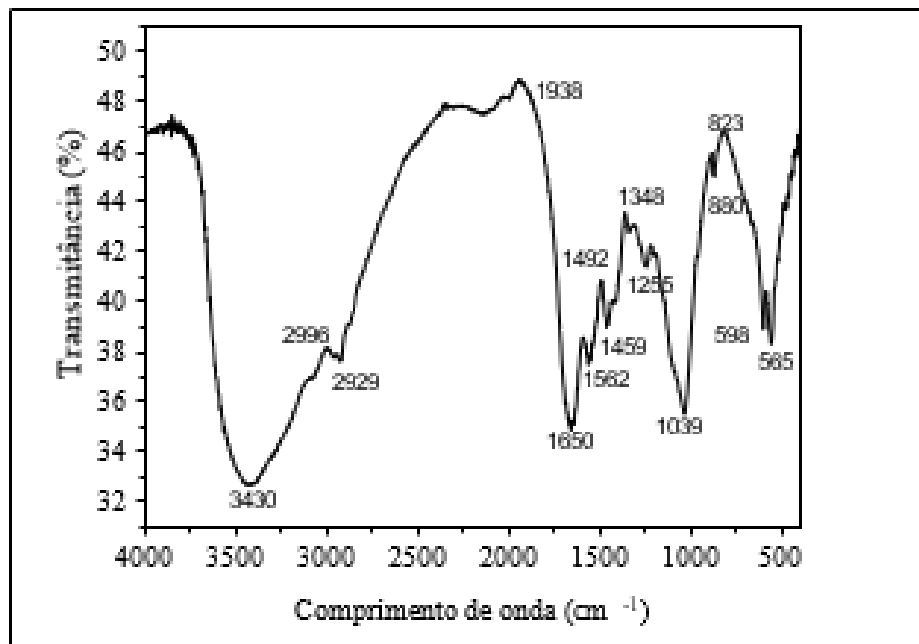
Figura 2 – Difratograma de raios-X das escamas de peixe natural em pó



Fonte: autoria própria.

3.1.3 Infravermelho de Transformada de Fourier (IVTF)

O espectro de IVTF da escama natural mostrado na Figura 3, observam-se bandas de absorção em 1039 cm^{-1} e 598 cm^{-1} correspondente ao modo vibracional dos íons fosfatos na rede da hidroxiapatita. As bandas de absorção em 880 cm^{-1} e 1459 cm^{-1} correspondem à ligação C-O dos grupos carbonatos incorporados na estrutura da apatita. Também podem ser observadas três bandas de absorção em 1650 cm^{-1} , 1562 cm^{-1} e 1255 cm^{-1} , corresponde às amidas I, II e III da estrutura do colágeno presente no próprio material (escamas de peixe). A partir das análises do IVTF e comparando com bandas semelhantes obtidos no espectro de IVTF para a escama de peixe em pó de LIU *et al.* (2021), sugere-se que as escamas de peixe é um material do tipo compósito consistindo de colágeno tipo I e hidroxiapatita com a presença de íons carbonatos na sua estrutura.

Figura 3 – Espectro de Infravermelho de transformada de Fourier de escamas de peixe

Fonte: autoria própria.

3.1.4 Fluorescência de Raios-X (FRX)

A análise de FRX (tabela 2) apresenta a composição química elementar em porcentagem (% p/p) para as escamas de peixe em pó. Observa-se, além da presença de outros elementos, que podem ser considerados impurezas do material, um elevado percentual de dois elementos, cálcio e fósforo, sugerindo que o material é composto basicamente de hidroxiapatita.

Tabela 2 – Composição química elementar (% p/p) das escamas de peixe

Composição química elementar %(p/p)									
Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Fe	Somatório
1,12	0,28	0,44	13,52	0,87	0,33	0,07	83,19	0,11	100

Fonte: autoria própria.

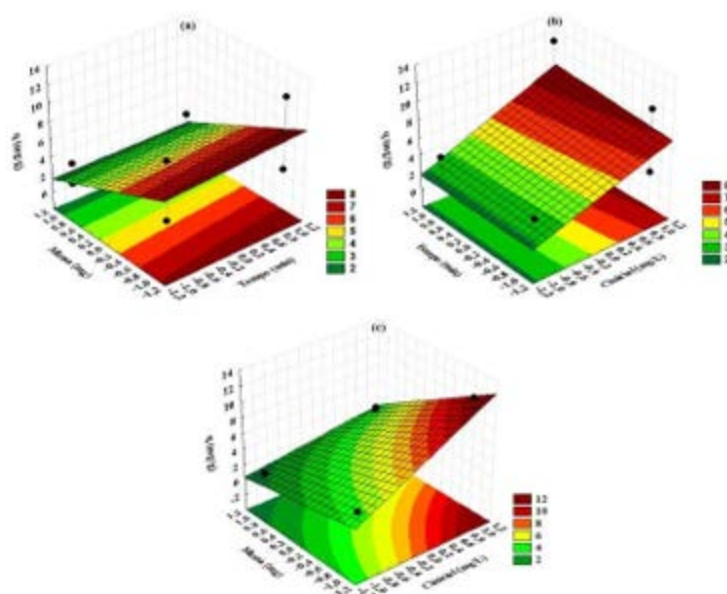
3.2 Planejamento experimental – escamas de peixe

As Figuras 4 (a), (b) e (c) mostram os gráficos da superfície de resposta para a variável dependente da capacidade de adsorção de chumbo em escamas de peixe (q , mg/g) em função das variáveis independentes: C_{inicial} do adsorbato (mg/L), ou seja, concentração inicial das soluções de chumbo, massa do adsorvente (mg), a saber, escamas de peixe em forma de pó e tempo de contato do sistema adsorbato e adsorvente.

Através dos gráficos de superfície de resposta, pode-se verificar uma forte influência positiva (efeito positivo) da C_{inicial} e da massa na capacidade de adsorção. Os resultados indicam que a maior C_{inicial} de chumbo (30 mg/L), a menor massa (50 mg) e maior o tempo de contato (15 min), resultam em uma maior capacidade de adsorção (12,87 mg/g).

Pelas linhas de contorno dos gráficos de superfície de resposta para o planejamento fatorial do chumbo, foi observado que para faixa estudada de C_{inicial} (10 mg/L, 20 mg/L e 30 mg/L de Pb), massa (50mg, 100 mg e 150 mg de escamas de peixe em forma de pó) e tempo (5 min, 10 min e 15 min), não é necessário o valor máximo da massa do adsorvente, sendo o valor mínimo de massa (50 mg), o suficiente para se conseguir alcançar a capacidade de adsorção mais elevada (12,87 mg/g).

Figura 4 – Superfícies de respostas para adsorção de chumbo nas escamas de peixe

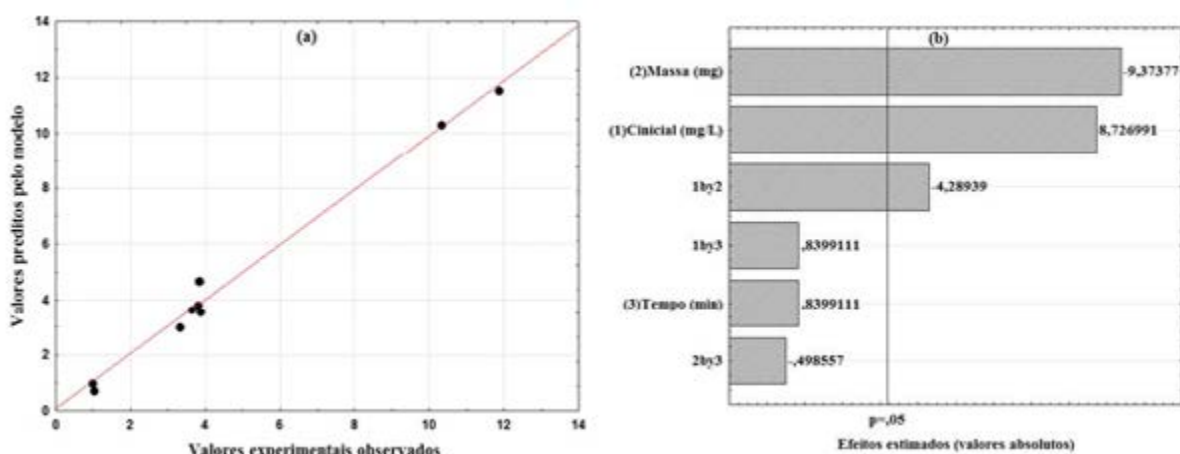


Fonte: autoria própria.

Uma análise realizada pelo planejamento fatorial, é a soma dos resíduos. De acordo com Montgomery (2001), a análise de resíduos é importante para avaliar o ajuste para qualquer modelo. Um modelo que deixe muitos resíduos é um modelo ruim. Em um modelo ideal não haveria resíduos, ou seja, os resultados obtidos seriam semelhantes aos previstos. Para as escamas de peixe adsorvidas com chumbo, a soma total do resíduo gerado foi de 0,6196217 considerado um valor muito baixo, caracterizando, portanto, o modelo como próximo da idealidade.

A Figura 5 (a) mostra o gráfico para os valores observados experimentalmente e os valores preditos pelo modelo. Observa-se pelo gráfico um excelente modelo, justificável pela apreciável aglomeração de pontos acima da reta ou próximos da reta, os quais são representativos e o coeficiente de determinação (R^2) obtido pela regressão linear de 0,9839. O coeficiente de determinação diz que 98,39% da capacidade de adsorção das escamas de peixe para chumbo poderão ser explicados pelo modelo proposto em função das variáveis estudadas ($C_{inicial}$, Massa e Tempo) dentro das condições adsorptivas propostas para o planejamento fatorial (2^3 + ponto central em triplicata), isto é, significa que 97% das variações são explicadas pelo modelo e que este pode ser utilizado para fins preditivos, conforme na Figura 5 (a) dos pontos dispersos na reta.

Figura 5 – Valores experimentais pelo modelo e valores preditos (a) gráfico de Pareto para adsorção de chumbo (b) Diagrama de Pareto



Fonte: autoria própria.

Pelo gráfico de Pareto apresentado na Figura 5 (b), foi possível verificar que as variáveis (massa e $C_{inicial}$) têm efeito significativo na resposta, q (mg/g), também a variável Massa (mg) possui efeito mais positivo que a variável $C_{inicial}$ (mg/L). As variáveis (massa e $C_{inicial}$) são significativas em nível de confiança de 95% ($p = 0,05$). Nas condições de adsorção estudadas, avaliando a relação das variáveis (massa e $C_{inicial}$) na resposta, a melhor condição de adsorção de chumbo em escamas de peixe foi de (30 mg/L de solução de chumbo, 50 mg de adsorvente, 15 min, 30 °C e 200rpm), no qual se obteve uma capacidade de adsorção de 12,87 mg de chumbo/g de adsorvente).

4 CONCLUSÕES

Mediante a otimização das condições de adsorção em batelada, realizada utilizando-se um planejamento fatorial, 2^3 com ponto central em triplicata e gerando, conseqüentemente, 11 experimentos, verificou-se que as escamas de peixe tilápia, utilizadas como material adsorvente de íons Pb^{2+} nas soluções aquosas sintéticas, apresentaram uma capacidade de adsorção (q^* (mg/g)) elevada nas seguintes condições experimentais: 30 mg/L de Pb^{2+} , 50 mg das escamas de peixe na sua forma em pó, tempo de contato de 15 minutos, pH igual a 7,23, temperatura ambiente (30 °C) e agitação magnética de 200 rpm, obtendo-se uma capacidade de adsorção de 12,87 mg de chumbo/g de adsorvente).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento do presente projeto de pesquisa, através da bolsa concedida pelo edital 03/2021/PRPI/UFCA-CHAMADA PIICT UFCA/FUNCAP/ CNPQ, a Pró Reitoria de Pesquisa e Inovação – PRPI, pelo fomento disponibilizado para aquisição de materiais, por meio do edital N° 05/2021/PRPI e aos laboratórios de Química geral e Química Analítica da Universidade Federal do Cariri (UFCA) pela disponibilidade dos equipamentos utilizados, tais como, agitador de mesa, balança analítica, equipamento de Adsorção Atômica com Chama para quantificação dos íons de Pb^{2+} , dentre outros, os quais foram imprescindíveis na obtenção dos resultados finais.

REFERÊNCIAS

AKE, C. L. *et al.* Development of porous clay-based composites for the sorption of lead from water. **Journal of Toxicology and Environmental Health Part A**, [s. l.], v. 63, n. 6, p. 459-475, 2001. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/152873901300343489>. Acesso em: 19 maio 2023.

ARCHELA, E.; CARRARO, A.; FERNANDES, F.; BARROS, O. N. F.; ARCHELA, R. S. Considerações sobre a geração de efluentes líquidos em centros urbanos. **Geografia**, Londrina, v. 12, n. 1, p. 517-526, 2010. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6711>. Acesso em: 19 maio 2023.

CAMMAROTA, M. C. **Notas de aula**: tratamento de efluentes líquidos. 3. ed. Rio de Janeiro: Escola de Química (UFRJ), 2011.

CONAMA. **Resolução nº 397, de 03 de abril de 2008**. Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA no 357, de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília: Diário Oficial da União, 2008.

MIMURA, A. M. S.; VIEIRA, T. V. de A.; MARTELLI, P. B.; GORGULHO, H. de F. Aplicação da casca de arroz na adsorção dos íons Cu^{2+} , Al^{3+} , Ni^{2+} e Zn^{2+} . **Química Nova**, [s. l.], v. 33, n. 6, p. 1279-1284, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/pnf4BP6HGgj4gx7kJJSNGbR/>. Acesso em: 19 maio 2023.

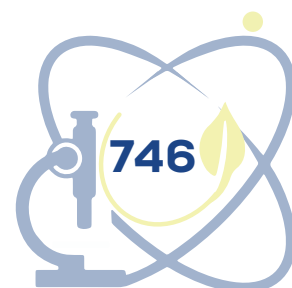
MONTEGOMERY, D. C. **Design and Analysis of Experiments**. New York: Wiley, 2001.

MOREIRA, F. R.; MOREIRA, J. C. A importância da análise de especiação do chumbo em plasma para a avaliação dos riscos à saúde. **Química Nova**, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 251-260, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/4xx5m5LVf6MRLvFPHYvzcQS/>. Acesso em: 19 maio 2023.

RAULINO, G. S. C. *et al.* **Adsorção**: aspectos teóricos e aplicações ambientais. 2. ed. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2020. (Estudos da pós-graduação). E-book. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/53271>. Acesso em: 19 maio 2023.

REIS, J. M. dos *et al.* Técnicas de remoção de metais de águas residuárias: uma revisão de literatura. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 2, 2022.

VAITSMAN, D. S.; DUTRA, P. B.; AFONSO, J. C. **Para que servem os elementos químicos**. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.



INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE CAL HIDRATADA NA ARGAMASSA PARA CHAPISCO

Benjamin Rocha Arnou¹

Gabriel Dedes Sousa do Nascimento²

Vitor de Oliveira Feitosa³

Weendyo Frank Almeida Santos⁴

Ycaro Alencar Maciel Santos⁵

RESUMO

A cal hidratada no momento em que adicionada às argamassas de cimento Portland, areia e água é utilizada para diversas aplicações, nesse artigo, destacamos a aplicação no revestimento de paredes, especificamente no chapisco. Isso estabelece enormes benefícios no sentido econômico, ambiental e melhor desempenho. Dentre as propriedades, destaca-se a aplicabilidade de aglomerante, a trabalhabilidade, a plasticidade, a resistência à penetração de água, a capacidade de retenção de água. Este trabalho teve a finalidade de realizar análises de três amostras com diferentes concentrações de cal comercializada na região do Cariri no Ceará. Foi pesquisado a finura da área, para verificar a qualidade da areia, a determinação do índice de consistência da argamassa, por ser umas das principais propriedades da cal hidratada nas argamassas evidenciando a plasticidade e trabalhabilidade das amostras, e a determinação da resistência à tração na flexão. Ao encerramento dos experimentos, foi constatado um maior índice de consistência, na argamassa com aplicação de cal. Além disso, definimos a sua resistência à tração na flexão com os corpos de prova na idade de 7 dias.

Palavras-chave: cal hidratada; análises; argamassas; determinação do índice de consistência da argamassa; resistência à tração na flexão.

¹ Universidade Federal do Cariri (UFCA), benjamin.rocha@aluno.ufca.edu.br

² Universidade Federal do Cariri (UFCA), gabriel.dedes@aluno.ufca.edu.br

³ Universidade Federal do Cariri (UFCA), vitor.feitosa@aluno.ufca.edu.br

⁴ Universidade Federal do Cariri (UFCA), weendyo.almeida@aluno.ufca.edu.br

⁵ Universidade Federal do Cariri (UFCA), alencar.ycaro@aluno.ufca.edu.br



ABSTRACT

Hydrated lime, when added to Portland cement, sand and water mortars, is used for several applications, in this article, we highlight the application in wall coating, specifically in roughcast. This establishes huge benefits in terms of economic, environmental and better performance. Among the properties, the applicability of binder, workability, plasticity, resistance to water penetration, water retention capacity stand out. in the region of Cariri in Ceará. The fineness of the area was researched, to verify the quality of the sand, the determination of the consistency index of the mortar, as it is one of the main properties of hydrated lime in the mortars, evidencing the plasticity and workability of the samples, and the determination of the tensile strength in the mortar. flexion. At the end of the experiments, a higher consistency index was observed in the mortar with lime application. In addition, we defined its flexural tensile strength with the specimens at the age of 7 days.

Keywords: hydrated lime; analyses; mortars; determination of mortar consistency index; tensile and flexural strength.

1 INTRODUÇÃO

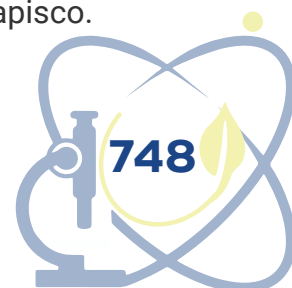
A influência da cal hidratada na argamassa é de grande relevância na construção civil, pois utilizada de acordo com as normas e de maneira correta oferece diversos melhoramentos para a obra. Por ser um aglomerante mais fino do que o cimento preenche os vazios que há na argamassa. Isso resulta em uma melhor aderência na parede garantindo uma maior fixação do embolso na parede.

É essencial destacar ainda que as argamassas à base de cal hidratada possuem baixo módulo de elasticidade, absorvendo melhor as pequenas movimentações das construções.

Desse modo, é notório a importância desse aglomerante na argamassa para o chapisco, analisamos três amostras de argamassas com concentrações de cal hidratada diferentes, para saber se possuem as propriedades de acordo com as normas de cal para argamassa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Considerando as tecnologias relacionadas aos revestimentos de paredes nas edificações, releva-se a importância do preparo da base de chapisco.



Entretanto, não se pode desconsiderar a importância das demais camadas do sistema de revestimentos de argamassas na resistência de aderência à tração, com maior ênfase nos casos das fachadas. A aderência relaciona-se basicamente à técnica executiva empregada e aos materiais utilizados, destacando o teor de cimento e água adicionada no traço, tendo em vista que a penetração da água coloidal nos poros da base, propicia a microancoragem (travamento mecânico de cristais de sulfoaluminato de cálcio hidratado ou etringita e silicato de cálcio hidratado, conforme princípio dos poros ativos) que governa à aderência (SANTOS; SILVA; MOTA, 2021).

A relação água/aglomerante e ar aprisionado são fatores relevantes no desempenho da aderência do chapisco, uma vez que em ambos os casos controlados ocorreu redução da porosidade na interface [5]. Ademais, esta relação deve ser vista também como um requisito de controle tecnológico da argamassa e de todos os materiais cuja matriz seja cimentícia, na medida em que quanto maior o coeficiente de sortividade (função da porosidade), maior será a percolação e a possibilidade de difusão de agentes deletérios, mitigando, por conseguinte, a durabilidade (SANTOS *et al.*, 2021).

O sistema de revestimento de argamassa, mais precisamente a camada de preparo da base (chapisco) e a camada de revestimento (reboco ou emboço) aderido ao substrato, tem adesão inicial influenciada pelas propriedades reológicas argamassa, devido a tensão superficial da superfície do substrato no momento do contato, onde resultará nas forças de adesão que devem ser fortes e estáveis (SANTOS *et al.*, 2021).

Avaliando a aderência do chapisco à base, verifica-se um processo predominantemente mecânico, em decorrência da transferência da água no estado coloidal (grão de cimento hidratado) para o substrato.

Outro aspecto que impacta na aderência é a porosidade do substrato [12], onde substratos de alta absorção provocam insuficiência de água para a completa hidratação do cimento próximo a área de interface entre o substrato e a argamassa de preparo (chapisco), o que torna essa região com fragilidade (aproximadamente 20 micrômetros). Por outro lado, em um substrato com baixa absorção, observa-se um acúmulo de água na zona da interface, fazendo com que surja uma maior porosidade (devido efeito parede que conduz a elevada relação

água/cimento nessa zona) e, conseqüentemente, uma condição desfavorável (SANTOS *et al.*, 2021.).

3 METODOLOGIA

Este Artigo configura-se como uma pesquisa experimental, que por definição, quer dizer que, o **método experimental** consiste na investigação das interações de variáveis em uma situação específica, ocorre quando manipula-se diretamente as variáveis relacionadas com o objeto de estudo e juntamente a isso segundo Gil (1989, p. 73) “de modo geral, o experimento representa o melhor exemplo de pesquisa científica”.

Nesta experimentação foi utilizada uma amostra de cal hidratada adquirida normalmente no varejo com a finalidade de testificar se sua adição argamassa resulta em alguma alteração drástica para seu uso no chapisco, utilizando os parâmetros dados nas normas da ABNT.

Inicialmente foram separados os materiais, que consistiam em 2,2 kg de cimento portland cp II (Figura 1), 7 kg de areia, sendo 493g dessa areia para o ensaio de granulometria, 165g de cal e 1,76 kg de água. Posteriormente foram feitas 3 argamassas para serem utilizadas no ensaio de Consistência da Argamassa com traços diferentes, sendo eles 0%, 10% e 15% da presença de cal, com os respectivos traços: 1:3:0,8; 1:0,1:3:0,8; 1:0,15:3:0,8. foram realizados os seguintes ensaios: Granulometria da areia ABNT NBR 17054:2022; Consistência da Argamassa ABNT NBR 13276:2016 e Tração na flexão ABNT NBR 13279:2005.

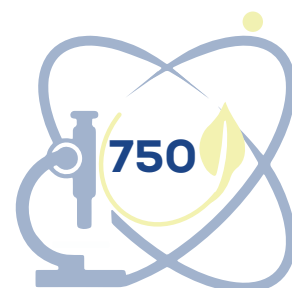


Figura 1 – Cimento portland CP II utilizado na argamassa (Juazeiro do Norte – CE)

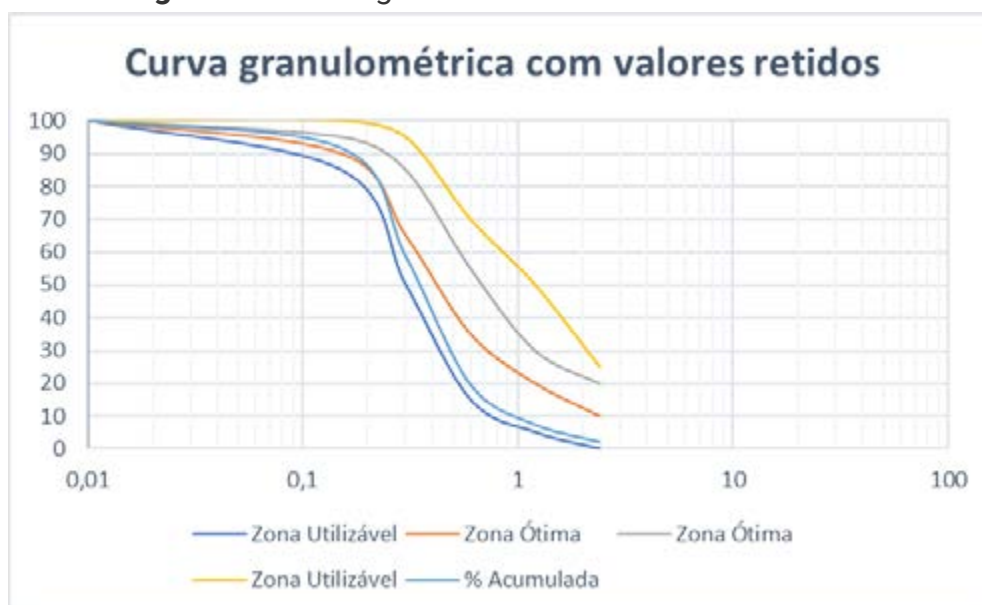


Fonte: autoria própria.

3.1 Granulometria da areia

Realizar a granulometria de um agregado, nesse caso a areia, tem como finalidade determinar em massa, todo o material que ficou retido em cada peneira utilizada, e que no final seja apresentada a massa total ensaiada, conforme a norma ABNT NBR 17054:2022, e com isso, ao final, construir uma curva de distribuição granulométrica com os valores retidos (Figura 2).

Figura 2 – Curva granulométrica com valores retidos



Fonte: autoria própria.

O processo de granulometria foi executado de acordo com a norma ABNT NBR 17054:2022 (Agregados - Determinação da composição granulométrica). Para a realização do ensaio, 493g de areia foram utilizados, juntamente com as peneiras que possuíam as seguintes aberturas em mm: 2,4; 1,2; 0,6; 0,3; 0,15.

O peneiramento foi feito de forma manual, agitando em conjunto e depois individualmente as peneiras seguindo os movimentos ditados pela norma em questão, repetindo o processo da maior malha até a menor, e para encerrar, o material retido em cada peneira (Figura 3) juntamente com o material retido fundo foi pesado e somado.

Figura 3 – Material retido nas peneiras (Juazeiro do Norte – CE)



Fonte: autoria própria.

3.2 Determinação do índice de consistência da argamassa

Primeiramente foi separado o material para a realização do ensaio que consistia em: Argamassas sem e com todos os traços de presença de cal, molde troncônico, mesa de para índice de consistência, soquete metálico colher de pedreiro, e uma régua.

Imediatamente após isso cada argamassa foi posta em cima da mesa

e dentro do molde utilizando a colher de pedreiro, inicialmente a argamassa foi colocada no molde em 3 camadas, com alturas aproximadamente iguais e aplicar em cada uma dessas camadas, respectivamente, quinze, dez e cinco golpes com o soquete com a finalidade de distribuí-las uniformemente. Depois disso, foi retirado o molde das argamassas (Figura 4).

Figura 4 – Amostra da argamassa com 10% de cal antes das batidas



Fonte: autoria própria.

Subsequentemente a manivela foi girada, realizando trinta golpes, sendo um golpe por segundo, logo após o término dos golpes foi medido o espalhamento da argamassa com uma régua (Figura 5).

Figura 5 – Argamassa com 15% de cal ao final do ensaio de índice de consistência



Fonte: autoria própria.

3.3 Determinação da resistência à tração na flexão

Para começar, foram moldados 3 corpos de prova (Figura 6) da argamassa com 15% da presença de cal utilizando um molde prismático metálico e uma régua metálica, que foi usada para nivelar os corpos de prova e uma máquina para ensaio de resistência à tração na flexão e de compressão.

Figura 6 – Modelagem dos corpos de provas (Juazeiro do Norte - CE)



Fonte: autoria própria.

Logo após o endurecimento por 72 horas, os corpos de prova foram levados para cura úmida (submerso em água), e depois de um período de 96 horas, foram submetidos à ruptura, em que os 3 corpos de prova tinham a mesma idade.

Para determinar a compressão a norma ABNT NBR 13279:2005 foi levada em consideração. Durante o processo de ruptura, os corpos 1, 2 e 3 de prova foram submetidos a cargas de 29 a 42 N/s, 29 a 40 N/s e 28 a 38 N/s respectivamente até sua ruptura, que foi calculada por meio da equação:

$$Rf = 1,540 * F3f * L \quad (1)$$

Onde,

Rf = Resistência à tração na flexão, em megapascals;

Ff = Carga aplicada verticalmente no centro do prisma, em newtons;

L = Distância entre os suportes, em milímetros;

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Resultado do ensaio de granulometria do agregado miúdo

Tabela 1 – Granulometria de Areia

Peneira (mm)	Massa retida (g)	% Retida	% Retida acumulada
4.75	0,00	0,00	0,00
2.40	11,08	2,25	2,25
1.20	26,22	5,32	7,57
0.60	60,03	12,18	19,75
0.30	191,99	38,94	58,69
0.15	162,53	32,97	91,66
Fundo	40,22	8,16	99,82
Soma	492,07		

Fonte: autoria própria.

Na tabela (tabela 1), está ilustrada a quantidade em grama que ficou retida em cada peneira na realização do ensaio de granulometria da areia. Nela também apresenta a porcentagem retida em cada peneira e a porcentagem retida acumulada. Através desses dados obtidos foi possível traçar a curva

granulométrica dos valores retidos (Figura 2). Observa-se que quanto menor a malha da peneira, maior será seu valor retido, assim, na menor malha seu valor percentual é 100%. Por outro lado, quando aumenta a malha, diminui o percentual retido, assim na maior malha possui um percentual bastante pequeno. Além disso, percebe-se que a curva do agregado miúdo(areia) está um pouco entre a zona ótima e depois passa para entre as linhas de zona utilizável, ficando acima da zona utilizável inferior e abaixo da zona ótima inferior.

Tabela 2 – Dimensão Máxima Característica (DMC) e Módulo de Finura (MF)

MF	1.799
DMC	2.40 mm

Fonte: autoria própria.

Com o uso dos valores da tabela (Tabela 1), pode-se determinar outros parâmetros. Por exemplo, a Dimensão Máxima Característica (DMC) é feita observando a coluna de “ %Retirada acumulada” e buscando um valor que seja igual ou inferior a 5,0. Nesse caso, foi encontrado o valor de 2,25 que rebatendo na coluna de peneiras acha-se o valor do DMC de 2.40 mm para o nosso material. Ainda foi possível também encontrar o Módulo de Finura (MF) que é válido apenas para agregados miúdos, que nesta situação é a areia. Então, foi feita a somatória das porcentagens retidas acumuladas nas peneiras da série normal e por fim dividido por 100. Assim, o MF calculado foi de 1,799.

4.2 Resultado do ensaio de consistência da argamassa

No primeiro ensaio realizado com a argamassa de consistência, foram obtidos os resultados da consistência de três tipos de amostra, a I, II e III. O resultado do índice de consistência é feito através das três medidas do diâmetro em milímetros e arredondada ao número inteiro mais próximo. A argamassa da amostra I com apenas cimento, areia e água, com traço de 1:3:0,8, o índice de consistência foi de 225 mm, com medidas no Ensaio 1 de 220 mm, no Ensaio 2 de 230 mm e no Ensaio 3 de 225 mm. Na argamassa da amostra II com cimento, 5% de cal em relação ao cimento, areia e água, com traço de 1:0,1:3:0,8, o índice de consistência também foi de 225 mm, com medidas no Ensaio 1 de 215 mm, no Ensaio 2 de 225 mm e no Ensaio 3 de 235 mm. Por último, na argamassa



amostra III (Figura 5) com cimento, 10% de cal em relação ao cimento, areia e água, com traço de 1:0,15:3:0,8, o índice de consistência chegou a 256,7 mm, com medidas no Ensaio 1 de 250 mm, no ensaio Ensaio 2 de 260 mm e no Ensaio 3 de 260 mm.

Tabela 3 – Ensaio de Consistência

Amostras	Diâmetro(mm)			Índice de consistência(mm)
	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	---
Traço Padrão	220	230	225	225
10% de cal	215	225	235	225
15% de cal	250	260	260	257

Fonte: autoria própria.

4.3 Resultado do ensaio de tração na flexão da argamassa

No ensaio de tração na flexão foi utilizada a argamassa da amostra III do ensaio anterior de consistência, com o percentual de 15% de cal em relação ao cimento. A ruptura dos três corpos de prova foi realizada com a idade de 7 dias. Por meio da fórmula (1) obteve-se os resultados da resistência à tração na flexão.

No corpo de prova I foi calculado: $Rf = \frac{1,5 \cdot 1300403}{100} = 3,050 \text{ MPa}$

No corpo de prova II foi calculado: $Rf = \frac{1,5 \cdot 1100403}{100} = 2,580 \text{ MPa}$

No corpo de prova III foi calculado: $Rf = \frac{1,5 \cdot 1100403}{100} = 2,580 \text{ MPa}$

Através dos valores das resistências encontradas, determina a resistência média dos três corpos de prova, soma-se os três valores e divide por 3.

$$RM = 3,05 + 2,358 + 2,58 = 2,74 \text{ MPa}$$

Onde,

RM = resistência média dos três corpos de prova.

Com o valor de encontrado calcula-se o desvio absoluto máximo. Utiliza-se o valor da média e o valor da resistência que mais se afastou da média em

módulo, subtraindo esses dois valores definimos o desvio absoluto máximo.

$$DAM = RM - Rfa^{(2)}$$

Onde,

DAM = desvio absoluto máximo;

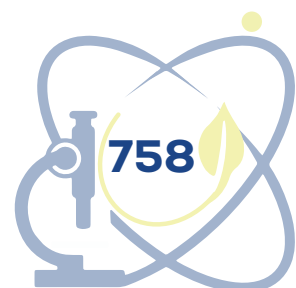
Rfa = resistência à tração na flexão que mais se afasta da média para mais ou menos.

Assim, $DAM = 2,74 - 3,05 = -0,31 MPa$.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como intuito a realização de ensaios para o estudo de três amostras de argamassas com diferentes concentrações de cal comercializadas na região do Cariri, a fim de analisar se as amostras possuem as devidas propriedades exigidas pelas normas de cal para argamassa.

Para a realização da pesquisa foram feitas a determinação do índice de consistência da argamassa, a determinação da resistência à tração na flexão é a granulometria da areia. Após a realização de todos os ensaios, pode-se concluir que quanto maior for o índice de consistência maior será o seu índice de espalhamento durante a aplicação do substrato. Com a aplicação de 15% de cal na argamassa o seu índice de consistência aumentou, mediante os ensaios realizados. Já em relação a granulometria da areia foram obtidos o gráfico e curva granulométrica. Em relação aos ensaios de tração foram encontradas às resistências de tração na flexão para cada um dos corpos de provas e no final foi definido a média das três amostras, conseguindo desta forma obter um desvio máximo padrão.



AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a UFCA pela oportunidade e por incentivar a pesquisa científica, e secundamente a equipe por todo o esforço e empenho para que a realização da pesquisa fosse possível.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 17054:** argamassas – determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13276:** argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação do índice de consistência. 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13276:** argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 1999. 220 p.

SANTOS, André Miranda dos; SILVA, Ângelo Just Costa e; MOTA, João Manoel de Freitas. Influência da adição de cal hidratada na aderência do preparo da base chapisco e argamassa para revestimento. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/q7Vjv7vrHx7Z8B35PBRShQ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 30 jun. 2022.

SILVA, Jessica Pereira da; ZANGESKI, Dahiane dos Santos Oliveira; NASCIMENTO, Dayane Ferreira; NOVAIS, Jonathan Willian Zangeski; FERREIRA, Renata Luisa; LOPES, Leonarda Leticia de Brito Fraga. Análise Comparativa entre a Resistência à Tração na Flexão e Compressão da Argamassa Convencional e Argamassa com Adição de Pó de Brita Granítica. **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, [s. l.], v. 21, n. 3, p. 161-166, 2017. Disponível em: <https://ensaioseciencia.pgsscogna.com.br/ensaioseciencia/article/view/5122>. Acesso em: 30 jun. 2022.

SOBRE A DIFICULDADE DO PROCESSO f -REVERSÍVEL EM GRAFOS DIRECIONADOS

Isac Costa¹

Carlos Vinícius G.C Lima²

Thiago Marcilon³

RESUMO

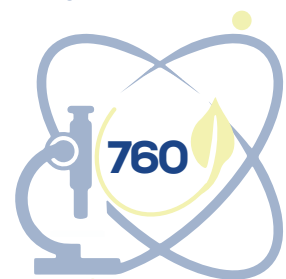
Dado um grafo G e uma função de limiares $f: V(G) \rightarrow \mathbb{N}$, estudamos o processo iterativo em G tal que, dada uma rotulação inicial dos vértices $c_0: V(G) \rightarrow \{0,1\}$, cada vértice v muda seu rótulo se e somente se v possui ao menos $f(v)$ vizinhos com rótulo diferente. Tal processo é conhecido como processo f -reversível, denotado por $P_f(G, c_0) = (c_0, c_1, \dots)$, tal que $c_t: V(G) \rightarrow \{0,1\}$, é a configuração no tempo $t \in \mathbb{N}$. Além disso, $c_t(v)$ denota o estado de v , em $t \in \mathbb{N}$. Consideramos processos f -reversíveis em uma orientação de um grafo $G = (V, E)$, que é um dígrafo obtido de G pela substituição de cada aresta por exatamente um dos dois possíveis arcos com mesmas extremidades. Nesse caso, cada vértice leva em consideração todos os seus vizinhos de entrada, apenas, para definir seu próximo estado. Um subconjunto $S \subseteq V(G)$ é um conjunto conversor de G se inicialmente todos os vértices de S são infectados (com estados iguais a 1) e o processo converge, ou seja, se resultará na configuração em que todos os vértices estão infectados, em um número finito de passos de tempo. Estudamos o problema de determinar a cardinalidade mínima $r_f(G)$ de um conjunto conversor de uma orientação G . Provamos que determinar $r_f(G)$ em orientações acíclicas pode ser feito em tempo linear, para qualquer função de limiar f .

Palavras-chave: processos reversíveis; grafos direcionados; conjunto conversor mínimo.

¹ Centro de Ciências e Tecnologia (CCT), Universidade Federal do Cariri (UFCA), isac.costa@aluno.ufca.edu.br

² Centro de Ciências e Tecnologia (CCT), Universidade Federal do Cariri (UFCA), vinicius.lima@ufca.edu.br

³ Centro de Ciências e Tecnologia (CCT), Universidade Federal do Cariri (UFCA), thiago.marcilon@ufca.edu.br



ABSTRACT

Given a graph G and a threshold function $f: V(G) \rightarrow \mathbb{N}$, we study the iterative process in G such that, given an initial labeling of the vertices $c_0: V(G) \rightarrow \{0,1\}$, each vertex v changes its label if and only if v has at least $f(v)$ neighbors of the opposite label. Such a process is known as f -reversible process, denoted by $P_f(G, c_0) = (c_0, c_1, \dots)$, such that $c_t: V(G) \rightarrow \{0,1\}$ is the configuration at time $t \in \mathbb{N}$. Furthermore, $c_t(v)$ denotes the state of v , at $t \in \mathbb{N}$. We deal with f -reversible processes in an orientation of an undirected graph $G = (V, E)$, that is, a digraph obtained from G by performing the replacement of each edge by exactly one of the two possible arcs with the same final vertices. In this case, each vertex takes into account all of its inner neighbors, only, in order to define its next state. A subset $S \subseteq V(G)$ is a conversion set of G if initially all the vertices of S are infected (with state equal to 1) and the process converges, that is, if it reaches the configuration where all the vertices are infected as well, in a finite number of time steps. We study the problem of determining the minimum cardinality $r_f(G)$ of a conversion set of an orientation G . We prove that determining $r_f(G)$ of acyclic orientations can be done in linear time, for any threshold function f .

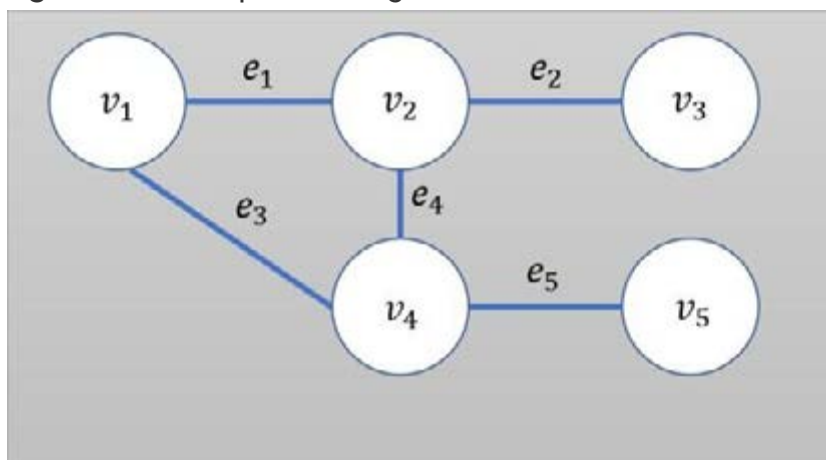
Keywords: reversible processes; directed graphs; minimum conversion set.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Definições de grafos

Um *grafo* $G = (V, E)$ é um par composto por um conjunto V não vazio e finito, onde cada elemento $v \in V(G)$ é chamado *vértice*, e um conjunto $E(G)$ de pares não ordenados de vértices, chamadas *arestas*. Dada uma aresta $e = (v, w) \in E(G)$, dizemos que v e w são *adjacentes* ou *vizinhos*. Além disso, dizemos que v e w são as *extremidades* de e e que e é uma aresta *incidente* a v e w . Seja $v \in V(G)$, a *vizinhança* de v em G , denotada por $N_G(v)$, é o conjunto de vértices $\{u \in V(G): uv \in E(G)\}$. O *grau* de $v \in V(G)$, denotado por $d_G(v)$ é a quantidade de vizinhos que v possui em G , ou seja, $d_G(v) = |N_G(v)|$. O *grau máximo* de um grafo G , denotado por $\Delta(G)$ é igual ao maior valor de grau dentre os vértices de G .

Figura 1 – Exemplo de um grafo com 5 vértices e 5 arestas



Fonte: autoria própria.

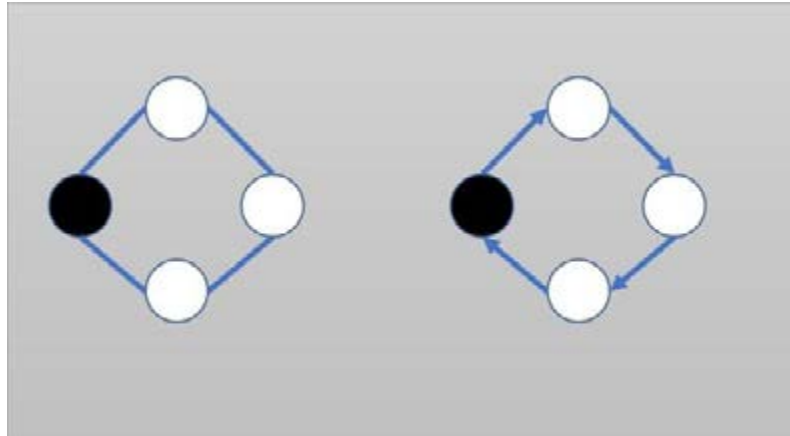
Um grafo $H = (V', E')$ é um *subgrafo* do grafo $G = (V, E)$ se $V' \subseteq V$ e $E' \subseteq E$. Seja H um subgrafo de G . Dizemos que H é um *subgrafo induzido de G pelo conjunto de vértices S* , denotado por $G[S]$, se H possui todas as arestas de G incidentes entre os vértices de S . Um *conjunto independente I* de G é um subconjunto de vértices de G onde cada vértice de I não é adjacente a nenhum outro vértice de I . Um *clique* é um subconjunto de vértices dois a dois adjacentes. Um *grafo completo* com vértices, denotado por K_n , é um grafo em que os vértices são dois a dois adjacentes.

Um *caminho*, denotado por P_k , $k \in \mathbb{N}$, é um grafo em que os seus vértices podem ser listados como v_1, v_2, \dots, v_k e suas arestas como (v_i, v_{i+1}) , com $i = 1, 2, \dots, k - 1$. Um *ciclo* de tamanho k , denotado por C_k , $k \geq 3$, é um grafo com k vértices se os seus vértices podem ser listados em ordem v_1, v_2, \dots, v_k e suas arestas como (v_i, v_{i+1}) , com $i = 1, 2, \dots, k - 1$, além da aresta (v_k, v_1) . Um grafo G é dito *conexo* se, para quaisquer dois vértices u e v de G , existe um caminho de u para v .

Dizemos que G é um *grafo direcionado*, se as arestas em $E(D)$ são pares ordenados, onde cada aresta (v, w) possui uma única orientação de v para w . Neste caso cada aresta é também chamada de *arco*. A vizinhança de entrada de um vértice v é o conjunto de vértices $\{w \mid (w, v) \in E(D)\}$, e o conjunto de vértices $\{w \mid (v, w) \in E(D)\}$, é a *vizinhança de saída* de v em D . Seja o arco (v, w) , podemos dizer que w tem v como vizinho de entrada, e v tem w como seu vizinho de saída. Denotamos por $N^-(v)$ e $N^+(v)$ as vizinhanças de entrada e saída do vértice v ,

respectivamente. Além disso, denotamos por $d^-(v)$ e $d^+(v)$ os graus de entrada e saída de v , ou seja, as cardinalidades de $N^-(v)$ e $N^+(v)$, respectivamente.

Figura 2 – À esquerda um grafo não direcionado e à direita um grafo direcionado

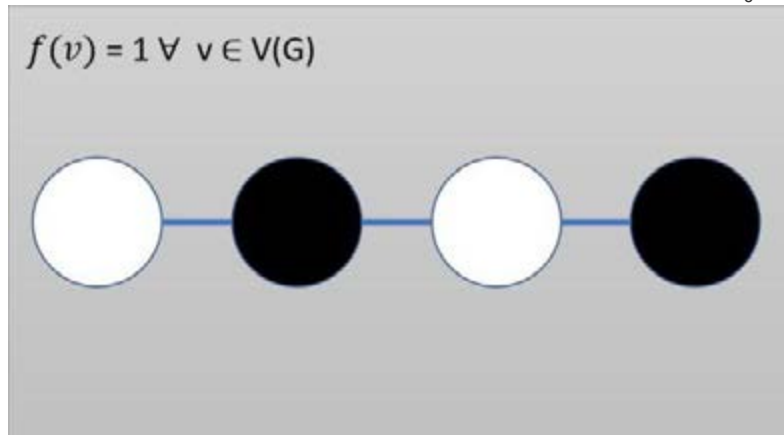


Fonte: autoria própria.

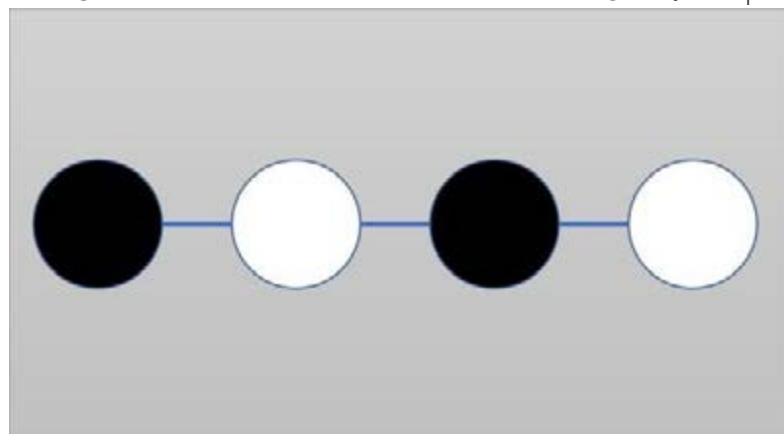
Em um grafo direcionado $D = (V, E)$, chamamos de *passeio* uma sequência v_0, v_1, \dots, v_k e $(v_0, v_1), (v_1, v_2), \dots, (v_{k-1}, v_k)$, onde $(v_{i-1}, v_i) \in E(D)$ para todo $0 \leq i \leq k$. Um *caminho* em um grafo direcionado é um passeio onde $v_i \neq v_j, \forall 0 \leq i, j \leq k$ em v_0, v_1, \dots, v_k . Um *passeio fechado* em D , é um passeio onde $v_0 = v_k$. Definimos como *ciclo direcionado* um passeio fechado em D , onde $v_i \neq v_j, \forall 0 \leq i, j \leq k$ em v_0, v_1, \dots, v_k . Para mais detalhes sobre conceitos e notações acerca de Teoria dos Grafos, consultar Diestel (2005) e Bondy e Murty (2008).

1.2 Processo f-reversível

Seja um grafo G e uma função $f: V(G) \rightarrow N$ chamada função limiar, e uma rotulação inicial $c_0: V(G) \rightarrow \{0,1\}$, cada vértice v muda seu rótulo em determinado passo de tempo $t \in N$, se e somente se, v dispõe de no mínimo $f(v)$ vizinhos com estado diferente do seu em t . Definimos o estado de um vértice v como o seu rótulo em um determinado passo de tempo como $c_t(v)$. Assim, definimos o processo f -reversível como $P_f(G, c_0) = (c_0, c_1, \dots)$. Denotamos configuração como o conjunto de todos os estados dos vértices em $t \in N$. Um processo f -reversível sobre um grafo G e função de limiar f , denotado por $P_f(G, c_0) = (c_0, c_1, \dots)$, é uma sequência infinita de configurações, iniciando com uma dada configuração

inicial c_0 .**Figura 3** – Processo reversível na configuração c_0 

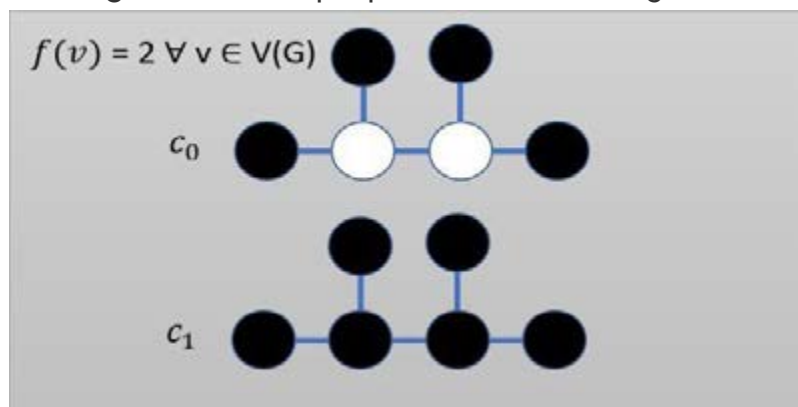
Fonte: autoria própria.

Figura 4 – Processo reversível na configuração c_1 

Fonte: autoria própria.

Dizemos que $P_f(G, c_0)$ converge quando $c_t: V(G) \rightarrow \{1\}$, para algum $t \in \mathbb{N}$, é uma configuração de $P_f(G, c_0)$. Se $P_f(G, c_0)$ converge, dizemos que o conjunto de vértices com estado igual a 1 em c_0 é um conjunto conversor de $P_f(G, c_0)$. Denotamos por $r_f(G)$ a cardinalidade mínima de um conjunto conversor de $P_f(G)$. Se a função de limiar for constante com imagem igual a $k \geq 0$, denotamos o tamanho mínimo de um conjunto conversor como $r_k(G)$. Consideramos o problema de determinar $r_f(G)$, dados um grafo G e uma função de limiar f , dentre todas as possíveis configurações iniciais.

Figura 5 – Exemplo processo de convergência



Fonte: autoria própria.

Em “Reversible iterative graph processes”, de Dourado *et al.* (2012), é provado que, para uma árvore T de ordem n e com l folhas, $r_2(T) \leq l$, enquanto para um grafo qualquer G , determinar se $r_2(G) \leq k$ é um problema NP-difícil. Além disso, no mesmo trabalho é apresentado um algoritmo polinomial para caminhos em que todo vértice com valor de limiar igual a 1 é adjacente a ao menos um outro vértice com valor de limiar igual a 1, permanecendo em aberto a solução para o caso de caminhos e quaisquer funções de limiar. Em “A computational study of f -reversible processes on graphs”, de Lima *et al.* (2018), é provado que determinar se $r_f(G) \leq k$ para grafos bipartidos com grau máximo igual a 3 e valores de limiar entre 1 e 3 é um problema NP-completo.

Como processos f -reversíveis são definidos em um número infinito de passos de tempo sobre grafos finitos e a determinação de uma configuração é feita de forma determinística a cada instante, as configurações de tais processos podem ser divididas em duas fases: a *fase transitente* e a *fase periódica*. A fase periódica compreende todas as configurações que ocorrem ao menos duas vezes ao longo do processo, enquanto que a fase transitente é constituída pelas configurações que antecedem a primeira configuração da fase periódica. Denotamos por $\tau(c_0)$ e $p(c_0)$ o número de configurações da fase transitente e periódica, respectivamente. Em “A computational study of f -reversible processes on graphs”, de Lima *et al.* (2018), é provado que $p(c_0) \leq 2$, para todo processo f -reversível. Além disso, também é provado que $\tau(c_0)$ é limitado de forma polinomial para todo processo f -reversível.

Neste trabalho definimos um processo reversível em grafos direcionados

similar aos processos f -reversíveis. Seja $D = (V, E)$ um dígrafo, uma função de limiar $f: V(G) \rightarrow \mathbb{N}$ e uma configuração inicial c_0 de $V(G)$, a cada passo de tempo discreto t cada vértice v modifica seu estado, se e somente se, a quantidade de vizinhos de entrada de v é pelo menos $f(v)$, sem levar em conta os estados de seus vizinhos de saída. Claramente tais processos possuem uma fase transiente e periódica, assim como a definição de convergência e conjunto conversor mínimo seguem de forma análoga, inclusive com mesma notação.

1.3 Complexidade parametrizada

A *complexidade parametrizada* exprime a complexidade de um algoritmo em termos do tamanho da entrada e um parâmetro adicional. Um *problema parametrizado* é uma linguagem $L \subseteq \Sigma^* \times N$, onde Σ é um alfabeto fixo e finito. Para uma instância $(x, k) \in \Sigma^* \times N$, k é chamado o *parâmetro* do problema parametrizado.

Um problema parametrizado $L \subseteq \Sigma^* \times N$ é *tratável por parâmetro fixo (FPT)* se existe um algoritmo A (algoritmo FPT), uma função computável $f: \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$, e uma constante c , tal que, dado $(x, k) \in \Sigma^* \times N$, o algoritmo A decide se $(x, k) \in L$ em tempo limitado por $f(k) \times |x|^{O(1)}$.

Sejam $A, B \subseteq \Sigma^* \times N$ dois problemas parametrizados. Uma *redução parametrizada* de A para B é um algoritmo que, dada uma instância (x, k) de A , resulta em uma instância (x', k') de B , tal que (x, k) é uma instância SIM de $A \leftrightarrow (x', k')$ é uma instância SIM de B , e $k' \leq g(k)$ para alguma função computável g , e o tempo de execução é $f(k) \cdot |x|^{O(1)}$, para alguma função computável f .

Além da classe de problemas FPT, também existem problemas que possivelmente não admitem algoritmos FPT. Tais problemas definem a hierarquia $W[t], t \in \mathbb{N}$, de complexidade parametrizada, onde podemos mostrar de maneira informal que um problema Π pertence a $W[t]$ se existe uma redução parametrizada de um problema de $W[t]$ para Π . Para mais detalhes sobre Complexidade Parametrizada, consultar Cygan *et al.* (2015).



1.4 Função energia

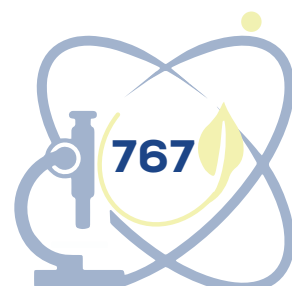
Dado um processo f -reversível sobre um grafo $G = (V, E)$, sejam $S_1(t), S_2(t) \subseteq V(G)$ definidas como uma função do passo de tempo t como $S_1(t) = \{v_i \mid op_i(t) \geq f(v_i)\}$ e $S_2(t) = \{v_i \mid op_i(t) < f(v_i)\}$, onde $op_i(t)$ é a quantidade de vizinhos de v_i em cada passo de tempo $t \in \mathbb{N}$ e f é a função de limiar. Podemos definir assim a função de energia do processo f -reversível como: $E(t) = \sum_{v_i \in S_1} (op_i(t) - f(v_i)) + \sum_{v_i \in S_2} (f(v_i) - op_i(t))$.

Em “A computational study of f -reversible processes on graphs”, de Lima *et al.* (2018), é provado que $E(t)$ é não decrescente e assume um valor máximo, uma vez que G é finito e $E(t)$ é definida de forma determinística para cada configuração, devendo permanecer inalterada em qualquer configuração periódica. Com isso, existe um passo de tempo t_{max} , tal que $E(t) = E(t_{max})$, para todo $t \geq t_{max}$. Chamamos $E(t_{max})$ como a energia máxima do processo. Utilizando a definição de energia máxima (LIMA *et al.*, 2018) mostraram um limite superior polinomial para o tamanho máximo da fase transiente e do período em processos f -reversíveis.

2 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Estudamos os processos f -reversíveis em grafos direcionados, onde a atualização de estados de cada vértice depende apenas dos estados dos seus vizinhos de entrada, como definido anteriormente. Tratamos os parâmetros $r_f(G)$ para grafos direcionados sem ciclos, provando que o mesmo pode ser determinado em tempo linear para orientações não direcionadas, ou seja, quando se escolhe no máximo uma orientação possível entre cada par de vértices. Além disso, mostramos que determinar tal parâmetro em dígrafos quaisquer é um problema $W[2]$ -difícil.

Com respeito ao tamanho máximo do transiente e período, mostramos que a função de energia, seguindo a definição modificada para grafos direcionados, também é não decrescente e atinge um valor máximo. Tal resultado parcial pode auxiliar na obtenção de um limite superior para o tamanho do transiente máximo em dígrafos.



3 METODOLOGIA

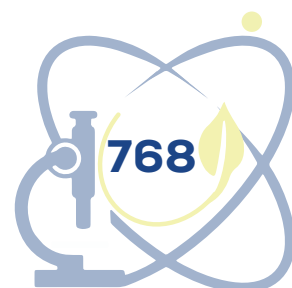
3.1 Orientações de grafos direcionados sem ciclos

Teorema 1: *Seja $G = (V, E)$ um grafo não direcionado conexo e D uma orientação de G sem ciclos. Seja $f: V(D) \rightarrow \mathbb{N}$ uma função de limiar, com $f(v) \geq 1$, então o conjunto conversor mínimo de D consiste dos vértices v cujos graus de entrada são menores que $f(v)$.*

Demonstração: Mostraremos por indução na cardinalidade de $V(D)$. Para $|V(D)| = 1$ o resultado segue trivialmente. Para $|V(D)| = 2$ com $V(D) = \{v_1, v_2\}$ e $E(D) = (v_1, v_2)$, temos que v_1 possui grau de entrada igual a zero e, portanto, deve pertencer a qualquer conjunto conversor de D . Além disso, já que v_2 possui um único vizinho de entrada o vértice v_1 e como $f(v) \geq 1$ para todo vértice v , segue que v_2 será convertido em um passo de tempo, onde o conjunto conversor contém apenas v_1 .

Vamos assumir que o resultado é verdadeiro para $3 \leq |V(D)| \leq k$, para algum $k \in \mathbb{N}$. Agora seja D uma orientação acíclica de um grafo com $k + 1$ vértices. É conhecido que todo grafo acíclico direcionado possui ao menos um vértice de grau de saída igual a zero, chamado de sumidouro. Considere o dígrafo D' obtido de D pela remoção de um sumidouro v . Como $|V(D')| \leq k$, segue pela hipótese de indução que o conjunto conversor mínimo de D' contém todos os vértices com graus de entrada menores que seus respectivos valores de limiar. Com isso, tal conjunto conversor de D' faz com que todos os vizinhos de entrada de v adquiram estado igual a 1 em algum número de passos de tempo finito t . Além disso, como v é um sumidouro, o mesmo não influencia na definição do estado de qualquer outro vértice. Dessa forma, o conjunto conversor de D' também fará com que o estado de v passe a ser igual a 1 no instante $t + 1$ se e somente se o valor de limiar de v for menor que seu grau de entrada em D e o resultado segue.

Para grafos direcionados com ciclos, acreditamos que o problema de determinar se $r_f(D) \leq k$ é um problema não tratável, a menos que $P = NP$. Uma demonstração sobre este tópico será abordada no próximo ano do projeto.



3.2 Período em grafos direcionados

Nesta seção consideramos a função de energia definida da mesma forma que a apresentada na Seção 1.4, mas agora considerando que $op_i(t)$ de cada vértice v_i é constituído apenas dos vizinhos de entrada de v_i que possuem estado oposto ao de v_i no instante t : $E(t) = \sum_{v_i \in S_1} (op_i(t) - f(v_i)) + \sum_{v_i \in S_2} (f(v_i) - op_i(t))$.

Apesar de a função de energia ser descrita da mesma forma que para os grafos não direcionados, uma diferença entre os dois casos surge com respeito ao tamanho máximo da fase periódica. No caso não direcionado, a função de energia foi utilizada por Lima *et al.* (2018) como uma forma alternativa para mostrar que $p(c_0) \leq 2$, para qualquer configuração inicial, função de limiar e grafo de entrada. Já no caso não direcionado considerando apenas a vizinhança de entrada para determinação dos estados de cada vértice, o mesmo não acontece.

Por exemplo, considere um ciclo direcionado com n vértices C_n , onde $V(C_n) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ e $(v_i, v_{i+1}) \in E(C_n)$, para $1 \leq i \leq n - 1$ e $(v_n, v_1) \in E(C_n)$, tal que $f(v_i) = 1$, para todo $v_i \in V(C_n)$. Neste caso, supondo que apenas v_1 possui estado inicial igual a 1, temos que a cada passo de tempo um novo vértice adquire estado igual a 1, enquanto o vértice com este estado no passo anterior possui estado igual a 0. Como existem n vértices no ciclo, teremos exatamente n configurações distintas e todas são periódicas, uma vez que no instante $n + 1$ o vértice v_1 volta a ser o único com estado igual a 1, ou seja, $c_{n+1} = c_0$. Com isso, o tamanho máximo do período não limitado por uma constante como no caso não direcionado.

Em busca de mostrar limitantes para o tamanho do transiente máximo, como obtido para grafos não direcionados, estudamos os resultados de Lima *et al.* (2018) com respeito à função de energia. Verificamos que os mesmos resultados são válidos para o caso direcionado, indicando que os mesmos talvez possam ser utilizados de alguma forma para determinar limitantes superiores para o tamanho do transiente máximo.

3.3 Função energia em grafos direcionados

Utilizando uma estratégia similar a de Lima *et al.* (2018), mostraremos que a função de energia é não decrescente, atingindo um valor máximo na fase periódica. Esse comportamento junto a uma estimativa deste valor máximo e sua diferença em relação à energia da configuração inicial pode ajudar a estimar um limitante polinomial para o tamanho do transiente máximo.

Para isso, definimos a seguir uma função de energia modificada: $E'(t) = \sum_{i \in S_1} (op_i(t+1) - f(v_i)) + \sum_{i \in S_2} (f(v_i) - op_i(t+1))$, Primeiro mostramos que $E(t)$ é equivalente a nova função de energia $E'(t)$, para todo $t \geq 0$.

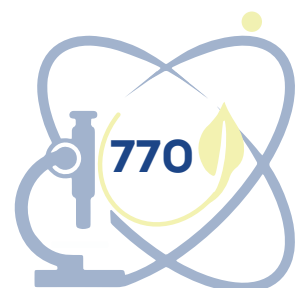
Lema 2: As funções de energia $E'(t) = E(t)$, para todo $t \geq 0$.

4 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Em virtude do que foi mostrado, é importante chamar atenção para o fato de que, mesmo após a realização da pesquisa até o atual momento, ainda há questões a serem resolvidas, principalmente em relação aos grafos direcionados.

Determinar limitantes superiores do transiente e período máximos são pontos importantes. A determinação de que o problema de decidir se $r_f(G) \leq k$ é NP-completo foi possível graças aos limitantes daqueles dois parâmetros, possibilitando que se possa testar em tempo polinomial se um dado conjunto de vértices é um conjunto conversor ou não. Isso possibilitou verificar que o problema está de fato em NP. O mesmo poderia ajudar na versão direcionada. Por isso, verificar se $p(c0) \leq poly(n, f_{max})$, onde n é o número de vértices do grafo e f_{max} o valor máximo dos valores de limiar, poderia ajudar a verificar se uma configuração é periódica. Em conjunção com um limitante polinomial para o transiente máximo também incluiria a versão de decisão para grafos orientados também em NP para a prova de dificuldade do problema.

Trabalhar com a versão direcionada relativa a determinar $r_f(G)$ em grafos com ciclos também é o próximo passo. Uma possibilidade é verificar qual a complexidade quando a quantidade de ciclos é constante.



AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais a Universidade Federal do Cariri pelo financiamento e apoio à pesquisa, e pela concessão das bolsas, e a Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (PRPI) da UFCA pelo Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica e ao Coordenador da bolsa em questão, pelo auxílio nas atividades da mesma.

REFERÊNCIAS

BONDY, John Adrian; MURTY, Uppaluri Siva Ramachandra. **Graph theory**. [S. l.]: Springer, 2008. 675 p.

DIESTEL, Reinhard. **Graph theory**. 4. ed. [S. l.]: Springer, 2010. 410 p.

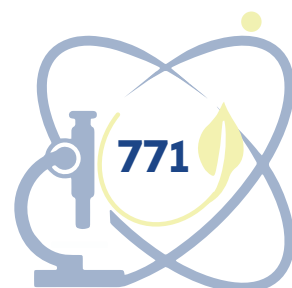
DOURADO, Mitre Costa *et al.* Reversible iterative graph processes. **Theoretical Computer Science**, [s. l.], v. 460, p. 16-25, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tcs.2012.05.042>. Acesso em: 8 ago. 2022.

DOWNEY, Rodney Graham; FELLOWS, Michael Ralph. **Parameterized Complexity**. New York: Springer, 1999. 533 p.

LIMA, Carlos Vinicius Gomes Costa *et al.* A computational study of f -reversible processes on graphs. **Discrete Applied Mathematics**, [s. l.], v. 245, p. 77-93, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dam.2017.07.005>. Acesso em: 8 ago. 2022.

SZWARCFITER, Jayme Luiz. **Teoria Computacional de Grafos**. São Paulo: GEN LTC, 2018. 352 p.

THOMAS, H. Cormen *et al.* **Introduction to Algorithms**. 3. ed. São Paulo: GEN LTC, 2012. 944 p.



A INFLUÊNCIA DA DRENAGEM URBANA NA TOMADA DE DECISÃO PARA AQUISIÇÃO DE UM LOTE OU IMÓVEL NOS MUNICÍPIOS DE JUAZEIRO DO NORTE E BARBALHA

Bruno Mateus Sampaio Cruz¹

Leoni de Souza Santos²

Pedro Antonio Barros Bringel³

Pedro Olavo Ribeiro Leite Neto⁴

Pedro Alysson Castro Barboza⁵

Amanda Bezerra de Souza⁶

RESUMO

Todos os anos, durante os períodos chuvosos, é comum vermos notícias de casas alagadas, vias inundadas e tráfegos parados, tudo isso em decorrência das fortes chuvas que caem sobre as cidades de Juazeiro do Norte e Barbalha. Tendo como base os acontecimentos na cidade de Barbalha neste ano de 2022, foi realizada uma análise desse cenário, e de que forma ele impacta na tomada de decisão de compra de um imóvel. Desta forma, essa pesquisa tem como objetivo descobrir como a engenharia aplicada nas vias públicas, especialmente na drenagem urbana, influencia na aquisição de lotes e/ou imóveis. Para coleta dos dados foram formuladas algumas perguntas e dispostas em um questionário no Google Forms, e disponibilizado através de mídias sociais, com o objetivo de

¹ Discente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Cariri (UFCA), mateus.sampaio@aluno.ufca.edu.br

² Discente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Cariri (UFCA), leonisousa29@aluno.ufca.edu.br

³ Discente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Cariri (UFCA), pedro.bringel@aluno.ufca.edu.br

⁴ Discente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Cariri (UFCA), pedro.olavo@aluno.ufca.edu.br

⁵ Discente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Cariri (UFCA), pedro.barboza@aluno.ufca.edu.br

⁶ Discente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Cariri (UFCA), amanda.sousa@aluno.ufca.edu.br



coletar dados de uma amostra satisfatória, ilustrando experiências reais vividas por aqueles que responderam ao questionário. A partir da análise das respostas do formulário, pode-se observar a importância do conhecimento a respeito dos possíveis problemas causados pela falta de um saneamento básico adequado, onde cerca de 92,5% dos entrevistados avaliaram que antes da compra de um imóvel, deve ser feito um estudo naquele local para saber dos futuros riscos que venha a ter com possíveis casos de chuvas mais intensas na região a qual está localizado o terreno, comprovando a tese disposta na presente pesquisa.

Palavras-chave: drenagem urbana; Engenharia Civil; Juazeiro do Norte-CE; Barbalha-CE.

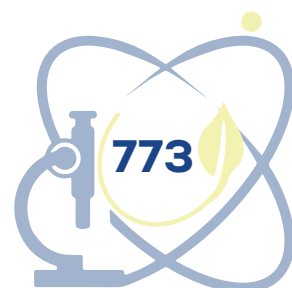
ABSTRACT

Every year, during the rainy season, it is common to see news of flooded houses, flooded roads and stopped traffic, all due to the heavy rains that fall on the cities of Juazeiro do Norte and Barbalha. Based on the events in the city of Barbalha in the year 2022, an analysis of this scenario was carried out, and how it impacts the decision to buy a property. Thus, this research aims to find out how the engineering applied to public roads, especially in urban drainage, influences the acquisition of lots and/or properties. For data collection some questions were formulated and arranged in a questionnaire on Google Forms, and made available through social media, aiming to collect data from a satisfactory sample, illustrating real experiences lived by those who answered the questionnaire. From the analysis of the answers to the form, one can see the importance of knowledge about the possible problems caused by the lack of proper sanitation, where about 92.5% of respondents evaluated that before buying a property, a study should be done in that location to know the future risks that it will have with possible cases of more intense rains in the region where the land is located, proving the thesis presented in this research.

Keywords: urban drainage; Civil Engineering; Juazeiro do Norte-CE; Barbalha-CE.

1 INTRODUÇÃO

Para Tucci (2003), as enchentes e inundações sempre fizeram parte da dinâmica natural do ciclo hidrológico, e que ela é acentuada pelos níveis topográficos de uma região. Quando as águas saem do seu leito natural de escoamento pela falta de capacidade de transporte, invadem áreas onde a população utiliza de assentamento, moradia ou transporte (ruas, rodovias e passeios).



Segundo a Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020, é estabelecida diretrizes para o saneamento básico nacional conceituando um conjunto de serviços públicos que abrange infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgotamento sanitário, limpeza pública, manejo de resíduos sólidos, drenagem e de águas pluviais urbanas. Desse modo, a tal atributo legal, é instituída a universalização bem como a fiscalização destes serviços a toda federação (BRASIL, 2020).

Diante do exposto, a paisagem que se observa no cotidiano difere do que foi apresentado. Tucci (2002) comenta que o desenvolvimento urbano brasileiro tem gerado um efeito significativo na infraestrutura de recursos hídricos. Um dos principais problemas é o aumento da intensidade das enchentes e inundações em perímetros urbanos pela sobrecarga do sistema de drenagem.

Figura 1 – Problema no sistema de drenagem



Fonte: pesquisa em campo (2022).

Figura 2 – Problema no sistema de drenagem



Fonte: pesquisa em campo (2022).

Entretanto, um dos principais itens que necessitam ser observados minuciosamente é o sistema de drenagem local, pois caso exista ineficiência a este último, é fácil relacionar os problemas que irão ocorrer futuramente, gerando prejuízos financeiros e de risco à vida. As imagens acima ilustram dois sistemas de drenagem, é perceptível que exposto às condições climáticas extremas vão trazer vários riscos à população próxima do local.

Dessa forma a presente pesquisa tem como objetivo analisar de que forma a carência de um sistema de drenagem adequado irá influenciar na compra de um lote ou imóvel, e, busca verificar se tal problema é recorrente nas cidades de Juazeiro do Norte-CE e Barbalha-CE, analisando o perfil da população afetada e identificando as principais causas deste problema. Tal aquisição é de grande valia para a sociedade, pois atribui uma maior importância às questões sanitárias que engloba a drenagem pluvial urbana, tornando mais democrático o acesso à informação acerca dos perigos e falhas contidas na esfera de infraestrutura pública.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente artigo, apresenta um caráter tanto qualitativo quanto quantitativo, pois além de buscar compreender, ele também se compõe através da elaboração de um formulário para entender a influência da drenagem urbana na tomada de decisão para aquisição de um imóvel nos municípios de Juazeiro do Norte e Barbalha.

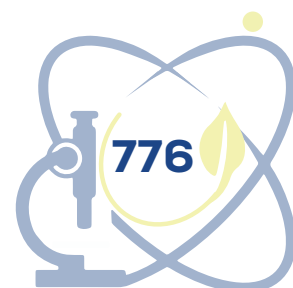
Foi utilizado o método de pesquisa descritiva com a finalidade de buscar descrever informações a respeito dos impactos de um sistema de drenagem ineficiente na escolha e compra de um lote ou imóvel nos municípios de Juazeiro do Norte e Barbalha no estado do Ceará. Realizando-a, assim, através de um estudo de campo, que segundo Gonsalves (2001, p. 67):

A pesquisa de campo é o tipo de pesquisa que pretende buscar a informação diretamente com a população pesquisada. Ela exige do pesquisador um encontro mais direto. Nesse caso, o pesquisador precisa ir ao espaço onde o fenômeno ocorre, ou ocorreu e reunir um conjunto de informações a serem documentadas [...].

A pesquisa de campo foi realizada através da ferramenta *Google Forms*, a fim de coletar dados para entender as perspectivas dos potenciais consumidores, frente às demandas por aplicação de sistemas hídricos urbanos eficientes, no mercado imobiliário das cidades de Juazeiro do Norte e Barbalha, localizadas no estado do Ceará.

A pesquisa foi realizada com 40 participantes e possuía 11 questões objetivas. Tais questões contemplaram os seguintes aspectos: saber acerca da idade, o gênero, cidade onde reside, tipo de moradia, se já sofreu algum dano referente a falta de drenagem, se há pontos de alagamento na cidade, em que momento identificou-se problema de drenagem próximo a residência, se existe saneamento básico adequado, adversidades do sistema de micro drenagem, eficiência do tratamento e coleta do lixo, e se o entrevistado avaliaria melhor o local de aquisição do imóvel referentes às variáveis apresentadas.

A coleta de dados ocorreu no mês de junho do dia 5 ao dia 10 de 2022. O instrumento foi enviado para os participantes através das mídias sociais: *WhatsApp* e *Instagram*, onde todos foram esclarecidos quanto à finalidade do



estudo, e quando de acordo em participar, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Para análise dos dados acessados por meio das questões fechadas recorreu-se à estatística descritiva.

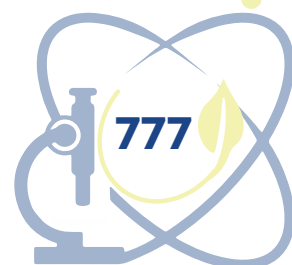
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para Tucci (2003, p. 45) “A inundação urbana é uma ocorrência tão antiga quanto as cidades ou qualquer aglomeramento urbano”. Deste ponto, é possível observar que se trata de algo natural posto ao mundo em que vivemos, uma vez que a tendência das águas é percorrer por gravidade do ponto mais alto ao mais baixo, seguindo a lógica, quando a mesma encontra barreiras tende a se acumular e cobrir uma área maior para comportar o volume, gerando as chamadas inundações.

Almeida *et al.* (2010, p. 1) acrescenta que “nos últimos dois séculos, o crescimento das cidades tem modificado drasticamente a paisagem nos arredores destes centros urbanos, sendo evidente a interferência da urbanização nos processos envolvidos no ciclo hidrológico”. Ao analisar o ritmo acelerado da expansão urbana no Brasil, é possível perceber que há um descontrole e falta de planejamento no sistema de dreno das vias públicas, principalmente em áreas periféricas onde se localiza a população de baixa renda e de alto crescimento populacional.

Ao tomar ciência das principais causas da precariedade na construção de soluções para o problema relacionado, além dos prejuízos financeiros e do desconforto da infraestrutura hídrica urbana atual, surge a vertente da saúde e impactos ambientais, já que ao relacionarmos as cidades de Juazeiro do Norte – CE e Barbalha – CE conhecidas pelos importantes reservatórios hídricos naturais, e suas zonas de proteção ambiental, a demanda por novas técnicas de drenagem e manejo adequados se intensificam à medida que o crescimento populacional avança.

As taxas de urbanização da região são elevadas e cada vez mais indústrias e outros atores de produção do espaço são fixados. Todavia, o aglomerado urbano em questão, e suas áreas de conurbação, está localizado nas proximidades de importantes recursos naturais, com destaque para a Floresta Nacional do Araripe (FLONA), detentora de grande biodiversidade, e situada sobre uma área de rochas



sedimentares, responsáveis pelo armazenamento de recursos hídricos utilizados para o abastecimento de praticamente toda a população da região. Os recursos naturais sofrem uma pressão crescente devido ao aumento da população e das demandas que o estilo de vida dessa sociedade exerce, comprometendo as bases de sustentação e o equilíbrio regional (ARAÚJO *et al.*, 2021, p. 106).

São vários os aspectos que regem o nível de qualidade de vida em uma cidade, ao tratar de habitações, o saneamento básico é parte crucial durante o processo de aquisição de um imóvel. Segundo a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (Art. 21) compete à União “instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos”. Porém, ainda é possível perceber que existem muitas zonas urbanas sem o tratamento adequado, como já comentado anteriormente, esse fato acontece pela expansão acelerada e sem planejamento, principalmente em áreas mais carentes.

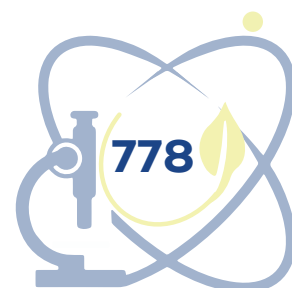
Dessa forma, existem locais onde se localizam imóveis ou lotes que são desprovidos de tal elemento fundamental, como a drenagem urbana. Se tratando de saneamento básico, tal conjuntura nos leva a crer, diante do que já foi exposto, que este item básico é parte da decisão de compra de uma moradia, já que, como comenta McKenna (1991), por se tratar de algo a longo prazo precisa-se de mais segurança diante do plano futuro do comprador, pois em caso de desatenção, a aquisição do imóvel pode gerar transtorno e perda financeira posteriormente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para realização desta pesquisa, foram feitas algumas perguntas com o objetivo de identificar se a falta de um saneamento básico, sendo um conjunto de serviços que engloba drenagem urbana, infraestrutura, instalações operacionais, manejo de resíduos sólidos, entre outros, influenciará na aquisição de um lote ou imóvel nos municípios de Juazeiro do Norte e Barbalha.

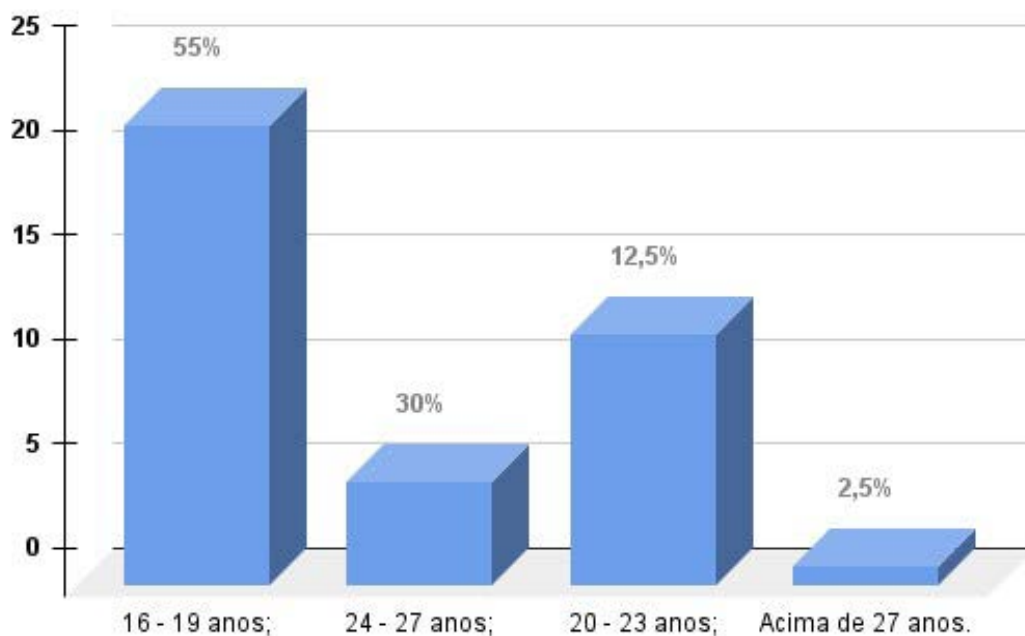
Dessa forma, foram entrevistadas 40 pessoas, onde coincidentemente 50% delas eram homens e 50% mulheres.

Abaixo estão dispostas as perguntas e figuras referentes ao objetivo da pesquisa, onde se busca avaliar a influência da drenagem urbana no processo



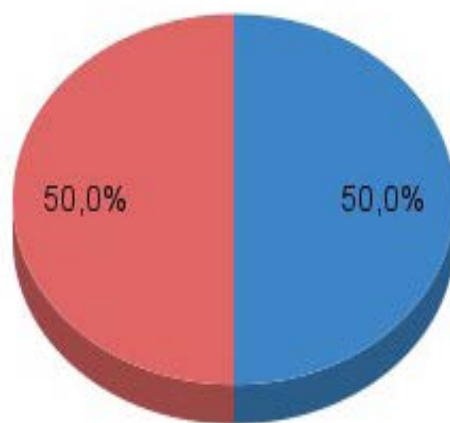
de aquisição de imóveis.

Figura 1 – Faixa etária dos entrevistados



Fonte: dados da pesquisa (2022).

Figura 2 – Gênero dos entrevistados

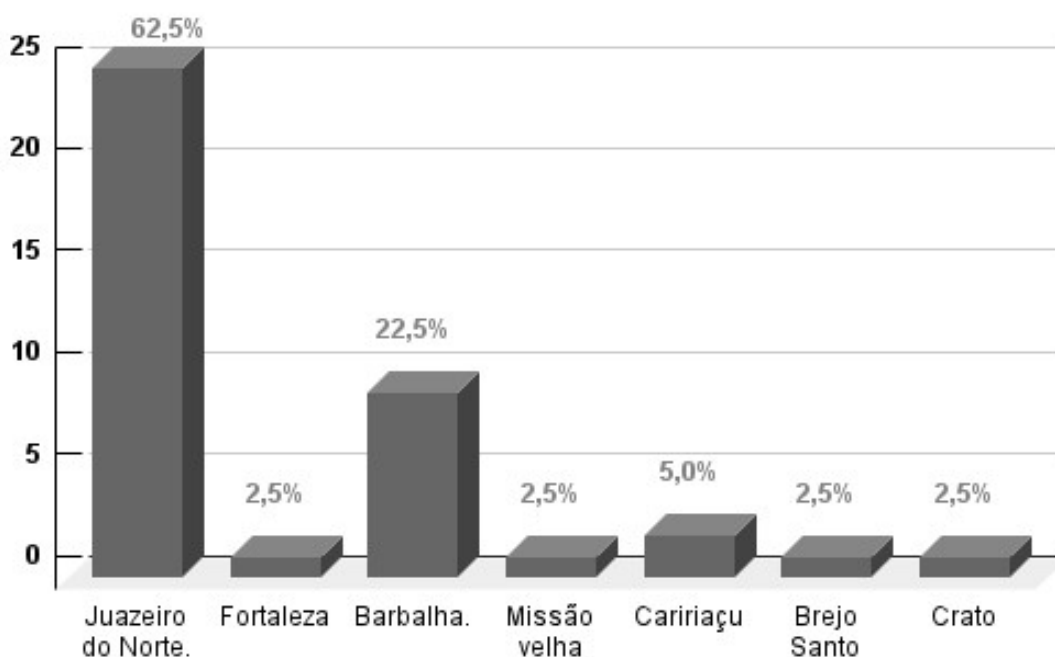


● Masculino. ● Feminino.

Fonte: dados da pesquisa (2022).

Ao analisar as Figuras 1 e 2, as respostas obtidas acerca da pergunta referente às idades dos participantes revelaram que 55% deles possuem de 16 - 19 anos, 30% de 20 - 23 anos, 12,5% de 24 - 27 anos e 2,5% acima de 27 anos e coincidentemente 50% deles é do sexo masculino e 50% feminino. O que podemos observar é que mesmo o questionário estando aberto para todos os públicos pode-se deduzir que a maioria dos entrevistados estão atualmente na universidade de acordo com a faixa etária média.

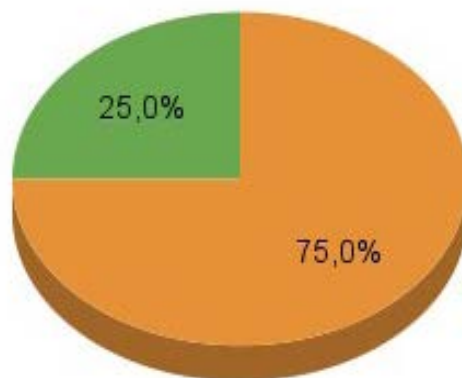
Figura 3 – Cidades em que os entrevistados residem



Fonte: dados da pesquisa (2022).

A partir dos dados coletados Figura 3, na questão referente às cidades onde os entrevistados residem, foi possível identificar que cerca de 62,5% dos entrevistados são da cidade de Juazeiro do Norte, 22,5% de Barbalha, 5% de Caririáçu, 2,5% de Fortaleza, 2,5% de Missão Velha, 2,5% de Brejo Santo e 2,5% de Crato. Desse modo, podemos observar que todas as pessoas que responderam o formulário residem no estado do Ceará e aproximadamente 85% deles são dos municípios de Juazeiro do Norte e Barbalha, sendo esses os indivíduos que serão utilizados para tirar as conclusões expostas neste artigo, por residirem nas cidades participantes investigadas.

Figura 4 – Qual o tipo de moradia que os entrevistados se enquadram

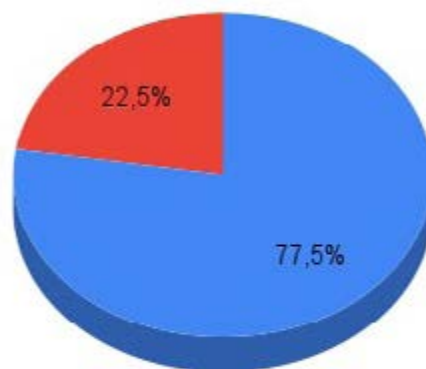


● Própria. ● Alugada.

Fonte: dados da pesquisa (2022).

Em relação qual o tipo de moradia que os entrevistados se enquadram descritos na Figura 2, 75% deles possuem moradia própria e 25% moradia alugada, muito semelhante aos dados somente de Juazeiro do Norte e Barbalha que apresentam 76,5% e 23,5% respectivamente ao exemplo anterior.

Figura 5 – Se os entrevistados que possuem imóvel próprio ou alugado já sofreram algum tipo de dano provocado pela falta de drenagem urbana adequada

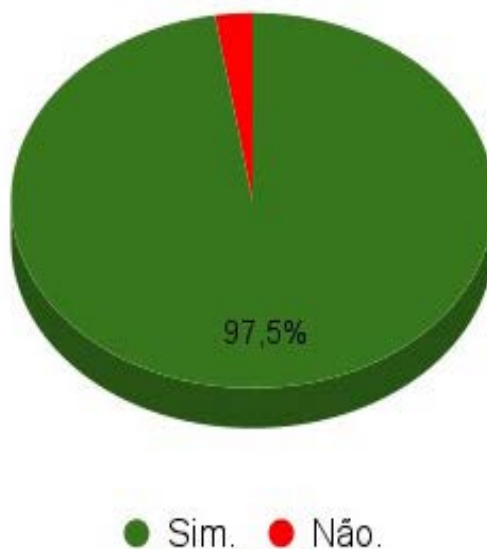


● Não. ● Sim.

Fonte: dados da pesquisa (2022).

No que se refere a questão dos entrevistados que possuem imóvel próprio ou alugado e se já sofreram algum tipo de dano provocado pela falta de drenagem urbana adequada, mostrado na Figura 5, foi possível identificar que apenas 22,5% dos entrevistados que residem em imóvel próprio ou alugado já sofreram algum dano em decorrência da ineficiência do sistema de drenagem urbana, enquanto que 77,5% não sofreram nenhum dano, entretanto mesmo que em baixa porcentagem, essa fatia da população que afirmam já terem sofrido com alagamentos vem sofrendo com alagamentos recorrentes todos os anos nos períodos chuvosos da região.

Figura 6 – Avaliando a drenagem urbana da cidade dos entrevistados em períodos chuvosos, se é possível observar um empoçamento (acúmulo de água) nas ruas/rodovias

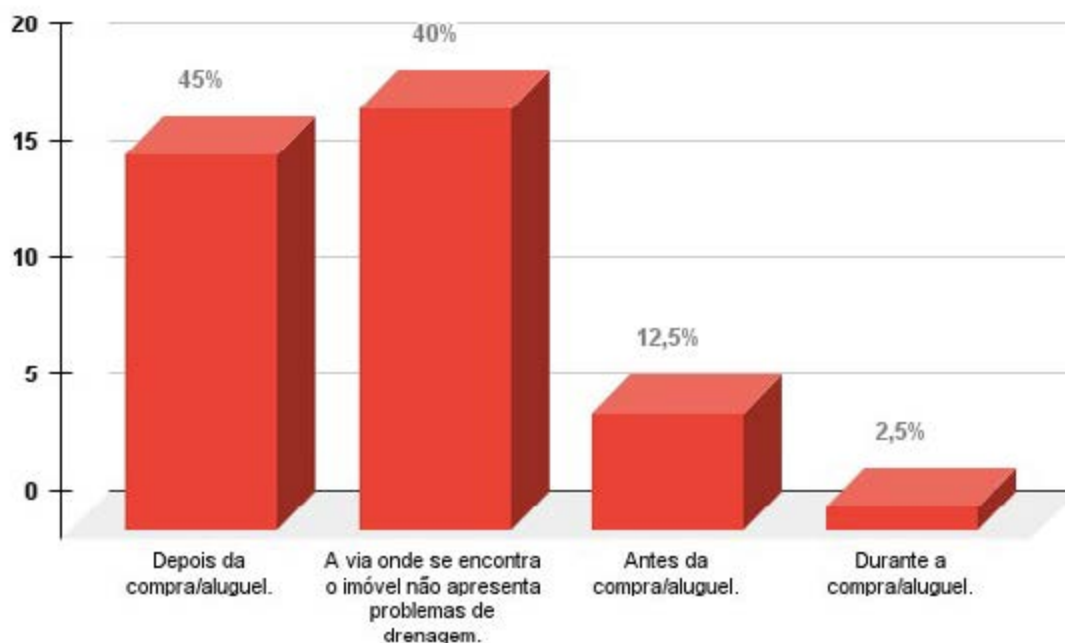


Fonte: dados da pesquisa (2022).

Com relação a avaliação da drenagem urbana da cidade dos entrevistados em períodos chuvosos, se é possível observar um empoçamento (acúmulo de água) nas ruas/rodovias, apresentada na Figura 6, foi possível aferir que 97,5% dos entrevistados alegam que em tempos chuvosos em suas cidades é possível notar o surgimento de acúmulos de águas ao decorrer das ruas/ rodovias, no entanto cerca de 2,5% alegam que em suas cidades não é possível observar tal acontecimento, sendo esse 2,5% um único entrevistado que reside no município de Caririaçu que não faz parte das cidades pesquisadas, nos deixando assim com 100% de pessoas residentes da região interessada, expondo o quão pertinente é

tal questionamento a respeito da drenagem no momento da compra ou aluguel de imóveis.

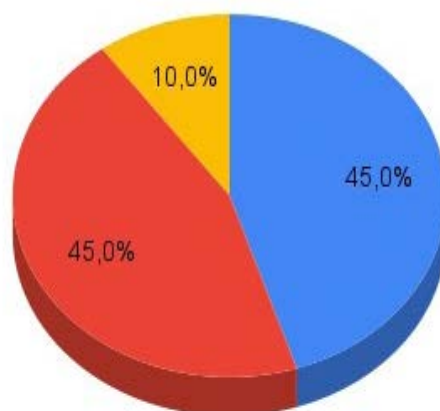
Figura 7 – Momento da compra ou aluguel do imóvel em que os entrevistados identificaram que a drenagem da via próxima a sua residência seria um problema



Fonte: dados da pesquisa (2022).

Em referência ao momento da compra ou aluguel do imóvel em que os entrevistados identificaram que a drenagem da via próxima a sua residência seria um problema, apresentada na Figura 7, cerca de 45% dos entrevistados alega que a rua não apresentava problemas de drenagem, 40% notaram que a rua tinha problemas de drenagem após a compra/aluguel, 12,5% notaram antes da compra/aluguel e 2,5% durante a compra/ aluguel do imóvel, mostrando assim que quase 50% dos entrevistados sofreram depois da aquisição, por negligência na hora da pesquisa do imóvel por não demonstrar interesse na situação da drenagem na região de seu imóvel, podendo ou resultando em prejuízos futuros.

Figura 8 – Existência de um saneamento básico eficiente no bairro dos entrevistados



● Parcialmente. ● Não. ● Sim.

Fonte: dados da pesquisa (2022).

Com relação a questão referente a existência de saneamento básico eficiente no bairro dos entrevistados, mostrado na Figura 8, é possível constatar que apenas 10% dos entrevistados declaram que em seu bairro existe saneamento básico eficiente, ou seja, 90% declaram que o saneamento básico de sua região é parcial ou inexistente, levando a observar que a falta de um saneamento básico de qualidade seja um dos fatores para o alagamento de seu bairro, dados esses que são alarmantes visto que a cidade é um polo metropolitano do estado onde há grande fluxo de pessoas todos os dias e uma busca intermitente por moradias, gerando um crescimento não planejado, agravando ainda mais os problemas já aparentes.

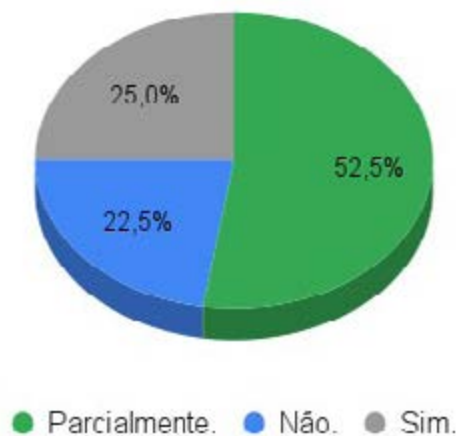
Figura 9 – Mesmo com o sistema de sarjetas e bueiros visíveis nas vias, ainda se vê pontos de alagamentos nas ruas. Dessa forma, na região onde os entrevistados residem, quais as principais questões que consideram ser um problema no sistema apresentado



Fonte: dados da pesquisa (2022).

No que se diz respeito a quais principais questões os entrevistados consideram ser o problema no sistema de drenagem urbana apresentado da região onde residem, descrito na Figura 9, constata-se que cerca de 2,5% dos entrevistados alegam que em suas regiões não existem problemas de drenagem, enquanto 45% declaram não existir manutenção ou pouca no sistema de micro drenagem e 47,5% apontam existir um macrossistema de drenagem ineficaz que resulta no surgimento de acúmulos de águas ao decorrer das vias. Neste caso é possível observar que o problema está bem dividido, porém a manutenção periódica dos sistemas de drenagem já seria de grande ajuda, e alinhado com uma boa limpeza urbana e um bom sistema de coleta de lixo reduziria drasticamente os números de alagamentos sazonais.

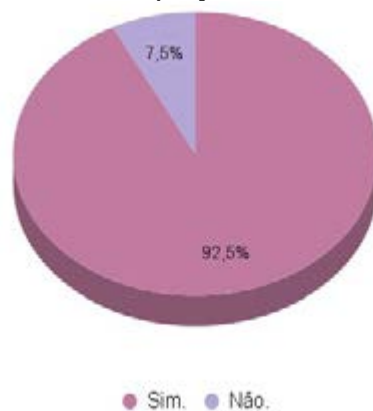
Figura 10 – Se na rua ou bairro dos entrevistados há tratamento e coleta de lixo eficiente



Fonte: dados da pesquisa (2022).

Com relação à existência de tratamento e coleta de lixo eficiente na rua ou bairro dos entrevistados, mostrado na Figura 10, é possível verificar que 52,5% dos entrevistados apontam que o serviço de tratamento e coleta de lixo é feito de forma parcial, 22,5% declaram que não o serviço não ocorre em seu bairro e apenas 25% apontam que o tratamento e a coleta são feitos de forma eficiente, isto comprova que, o mau tratamento e coleta de lixos provoca, também, o mau sistema de drenagem, pois com o lixo mau recolhido e espalhados pelas ruas, os detritos são levados pela correnteza até os bueiros e canaletas impedindo o escoamento adequado, ocasionando alagamento parcial ou total das ruas.

Figura 11 – Avaliação dos entrevistados quanto a melhor análise do local para aquisição do lote ou imóvel, tendo em vista que um sistema de drenagem ineficiente pode causar perdas e/ou prejuízos durante os períodos chuvosos



Fonte: dados da pesquisa (2022).

Para fins de conclusão, a Figura 11 traz a questão referente à avaliação dos entrevistados quanto a melhor análise do local para aquisição do lote ou imóvel, levando em consideração o funcionamento do sistema de drenagem urbana. Dessa forma foi possível observar que 92,5% dos entrevistados consideram avaliar melhor o local de aquisição de suas propriedades ou imóveis, tendo como principal motivo um sistema de drenagem ineficiente em tempos chuvosos enquanto 7,5% não cogitam avaliar melhor a localização. Mostrando assim, por fim, que tal questionário despertou de certo modo um olhar mais criterioso nos entrevistados na hora de adquirir um novo imóvel daqui por diante.

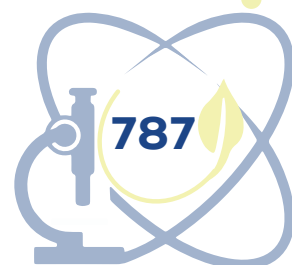
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compreensão técnica das adversidades quando se trata de saneamento básico não é de domínio popular, pois exige um conhecimento mais apurado daquele que pretende adquirir um bem durável como é o caso de uma moradia. Transtornos financeiros, como perda total de um imóvel ou desvalorização, é comum quando se localizam em áreas de difícil implementação de planos de drenagem, ou quando já existem e são ineficientes.

Contatou-se, portanto, que a análise do sistema hídrico onde se localiza o lote ou imóvel desejado, se faz necessária diante dos aspectos apresentados e estudados ao longo do desenvolvimento da presente pesquisa. A adoção da visão sistêmica para compreensão do todo, irão nortear as perspectivas de compra de futuros consumidores do mercado imobiliário na região do Cariri, mais precisamente nas cidades de Juazeiro do Norte – CE e Barbalha – CE, já que, ao observar os índices de alagamentos registrados no ano de 2022 nos municípios em questão, é possível determinar que existe uma demanda alta por sistemas de drenagem eficientes.

Ao tornar público alguns dos problemas existentes em relação a saneamento básico, mais precisamente na drenagem urbana, por meio das perguntas realizadas no questionário aplicado durante o processo de pesquisa, compreendeu-se que 92,5% dos entrevistados avaliariam melhor o local de compra do imóvel depois de ter ciência dos perigos e transtornos que um sistema hídrico urbano ineficiente pode trazer.

Dessa forma pode-se concluir que a drenagem urbana influencia diretamente no processo de aquisição de um imóvel ou lote, tendo em vista que em tempos de alta dos preços do mercado imobiliário, e nos de material da construção civil, a economia e segurança na compra precisam estar atreladas



aos pilares de efetivação do negócio, uma vez que, prejuízos financeiros e perdas e/ou danos não podem compor parte do futuro da propriedade adquirida.

Para fins de conclusão, fica destacado a necessidade de pesquisas futuras acerca do tema, com um maior engajamento em busca de dados de empresas do ramo imobiliário e construtoras, bem como a participação de um público maior, que englobe todas as camadas sociais, para fim de uma perspectiva maior, destacando a limitação da pesquisa, quanto a quantidade de entrevistados.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Ricardo Souza *et al.* Espaço urbano e impacto ambiental: reflexões a partir da análise do processo de expansão das cidades de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha–CE. **Caderno Prudentino de Geografia**, [s. l.], v. 1, n. 43, p. 104-126, 2021. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/6948>. Acesso em: 07 jun. 2022.

BRASIL. **Lei 14.026, de 15 de julho de 2020**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. 2020. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 07 jun. 2022.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Diário Oficial da União, 1988. 5 out.

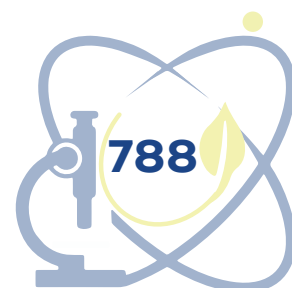
GONSALVES, Elisa Pereira. **Iniciação à pesquisa científica**. Campinas, São Paulo: Alinea, 2001.

MARTINS, Cristina Maria Tavares *et al.* **Hidrologia urbana: conceitos básicos**. Lisboa: Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, 2010. Universidade de Coimbra. (Série Curso Técnico, n. 1).

MCKENNA, Regis. **Marketing de relacionamento estratégias bem-sucedidas para a era do cliente**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1997.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Gerenciamento da drenagem urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 5-27, jan./mar. 2002. Disponível em: https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=1&ID=99&SUMARIO=1583&ST=gerenciamento_da_drenagem_urbana. Acesso em: 7 jun. 2022.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. *In*: TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; BERTONI, Juan Carlos (org.). **Inundações Urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003. cap. 6.



BIOPLÁSTICOS FUNCIONALIZADOS: EMBALAGENS SUSTENTÁVEIS PARA ALIMENTOS

Fagner Oliveira Rodrigues

Anderson Zhong Fan

Pedro Henrique Ferreira Luna

Leandro Marques Correia

Allana Kellen Lima Santos Pereira

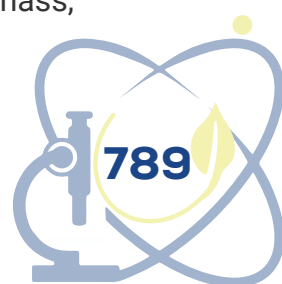
RESUMO

Plásticos comuns, como os plásticos de combustíveis fósseis, são provenientes do petróleo. Eles causam muitos danos ambientais e produzem uma quantidade perigosa de gases do efeito estufa, além dos resíduos de plástico estarem a poluir cada vez mais os mares e, de acordo com uma estimativa, até 2050 os oceanos poderão conter, por peso, mais plástico do que peixe. Então, uma forma sustentável de preservar a vida aquática é a utilização de plásticos biodegradáveis. Bioplásticos são plásticos derivados de fontes renováveis de biomassa, como óleos e gorduras vegetais, para a vida humana, de amido de milho, amido de ervilha ou microbiota. Alguns bioplásticos são projetados para serem biodegradáveis. Esse projeto tem como objetivo produzir embalagens, ecologicamente viáveis, à base de polímeros naturais e resíduos vegetais como a casca da cebola para avaliar tanto a conservação dos alimentos perecíveis quanto sua degradação em solo.

Palavras-chave: Bioplástico 1; Degradação 2; Conservação 3.

ABSTRACT

Common plastics, like fossil fuel plastics, come from petroleum. They cause a lot of environmental damage and produce a dangerous amount of greenhouse gases, in addition to plastic waste is increasingly polluting the seas and, according to one estimate, by 2050 the oceans could contain, by weight, more plastic than what a fish So, a sustainable way to preserve aquatic life is the use of biodegradable plastics. Bioplastics are plastics derived from renewable sources of biomass,



such as vegetable oils and fats, for human life, from corn starch, pea starch or microbiota. Some bioplastics are designed to be biodegradable. This project aims to produce ecologically viable packaging based on natural polymers and plant residues such as onion skins to assess both the conservation of perishable foods and their degradation in soil.

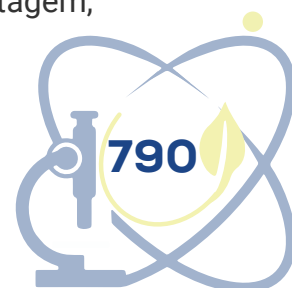
Keywords: Bioplastic 1; Degradation 2; Conservation 3.

1 INTRODUÇÃO

A quantidade de plásticos gerados no mundo é imensa. De acordo com uma pesquisa feita pela Janet A. Beckley, na Universidade da Geórgia, nossa civilização já produziu 8,3 bilhões de toneladas de plástico, e aproximadamente 76% desse número já foi descartado, ou seja, virou lixo. O maior problema está ligado ao fato de que esse composto polimérico sintético pode durar entre cinco séculos a um milênio. Partindo dessa premissa, nos últimos anos pesquisadores buscaram criar plásticos sustentáveis que pudessem degradar de uma maneira natural e rápida, resultando no surgimento dos bioplásticos. Com a biodegradação por meio de bactérias, o bioplástico vem como uma solução - ainda em andamento - de substituir a eficiência do plástico sintético. As adversidades enfrentadas pela produção desses biopolímeros, são o alto custo caso haja uma larga produção, e ainda, a baixa resistência à tração. Mesmo assim, há inúmeros avanços dentro da área, dando características eficientes, dando origem ao termo “embalagem inteligente” (ou embalagem funcional).

Há grandes impactos ambientais causados pelos processos de extração e refino utilizados para produção dos polímeros provenientes do petróleo, a escassez do petróleo e o aumento do seu preço são alguns fatores que estão diretamente relacionados ao crescente interesse pelos biopolímeros (BRITO *et al.*, 2011).

Os polímeros biodegradáveis são polímeros que podem ser degradados pela ação de microrganismos, como bactérias e fungos. O interesse nesses polímeros tem crescido nos últimos anos, uma vez que os mesmos têm sido considerados uma alternativa aos polímeros convencionais, como por exemplo, na agricultura. A biodegradação é uma solução muito promissora, uma vez que é menos agressiva ao meio ambiente, além de completar o ciclo de carbono e do nitrogênio. E quando o polímero biodegradável é submetido à compostagem,



obtém-se um material rico em carbono e que pode retornar ao solo com efeitos benéficos (ROSA; PANTANO FILHO, 2003).

Os polímeros de amido são obtidos usualmente por meio do aquecimento em um meio aquoso. Tal processamento gera uma desorganização molecular e fusão dos cristalitos do amido, esse fenômeno se chama gelatinização. Geralmente, utiliza-se água como plastificante do amido. Porém, deve-se usar outros reagentes, como glicóis e/ou açúcares para não causar fragilização do material (BRITO *et al.*, 2011).

O estudo em questão visa um bioplástico que pode se decompor, sendo gerado por mais da metade dos materiais de origem orgânica, e a sua aderência às novas funcionalidades, como a incorporação de resíduos antioxidantes à sua estrutura. E dado isso, o produto formado pode, além de atuar na conservação de alimentos orgânicos, quando descartado ser utilizado como adubo de solo, diminuindo a presença de plástico no meio ambiente.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 A criação do bioplástico com casca de cebola

Após intensas pesquisas com a motivação de criar um bioplástico sustentável e inteligente foram desenvolvidas amostras eficientes produzidas como segue:

Utilizando um recipiente de vidro foi adicionado o amido de milho, a água, a glicerina e o vinagre (Figura 1).

Figura 1 – Materiais para construção do bioplástico



Fonte: Os autores.

Para a produção do bioplástico (Figura 2) foram selecionados os melhores materiais para serem aplicados visando a criação de um produto com o máximo de reaproveitamento possível. Colocado para aquecer e após obter uma consistência maleável, distribuído em uma superfície de vidro com 30x20 cm, e por fim foi adicionado a casca da cebola. A mistura foi seca à temperatura ambiente por um período entre 24 a 72 horas.

Figura 2 – Produção do bioplástico



Fonte: Os autores.

Dessa forma, o bioplástico é produzido a partir de uma reação entre amido, um ácido, um triol e água. Após esse processo, em que o composto antioxidante é adicionado à embalagem produzida os testes foram iniciados. Sendo possível construir um biopolímero com benefícios ambientais (Figura 3).

Figura 3 – Bioplástico funcionalizado com casca de cebola



Fonte: Os autores.

2.2 Teste de conservação dos frutos

Para a conservação dos frutos, tomate e maçã, o bioplástico foi colocado envolto do alimento a fim de ser conservado, para de um modo “imitar” o que a natureza tem feito todos esses anos, porém reforçada pelo bioplástico produzido. Após serem colhidas, a maioria das frutas, especialmente no ambiente tropical, apresentam aceleração da maturação e deterioração em consequência das mudanças bioquímicas e fisiológicas, bem como de procedimentos de acondicionamento e práticas de manuseio inadequadas. A conservação pós-colheita usualmente empregada está, em quase sua totalidade, centrada na cadeia de frio e em boas práticas de armazenamento. Entretanto, a tecnologia de aplicação de revestimentos sustentáveis tem se destacado por elevar o tempo de conservação permitindo uma maior flexibilidade de manuseio e comercialização (LUVIELMO; LAMAS, 2012).

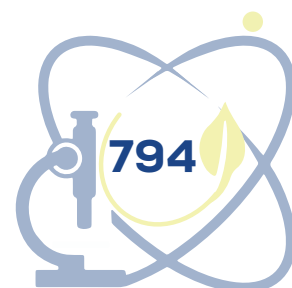
2.3 Teste de degradação

Nesse teste, enterramos uma amostra do bioplástico com casca de cebola em um solo livre da Universidade Federal do Cariri para continuar observando se o mesmo continua se degradando em pouquíssimo tempo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Bioplástico são plásticos derivados de fontes renováveis de biomassa, como óleos e gorduras vegetais, amido de milho, amido de ervilha ou microbiota. Plásticos comuns, como os plásticos de combustíveis fósseis, são provenientes do petróleo, logo, causa muitos danos ambientais e produzem uma quantidade perigosa, para a vida humana, de gases do efeito estufa.

Alguns bioplásticos são projetados para serem biodegradáveis. Bioplásticos biodegradáveis podem se desfazer tanto em ambiente aeróbico quanto em anaeróbicos, dependendo de como eles são feitos. Além da biodegradabilidade, outras características importantes são a biocompatibilidade e a possibilidade de ser produzido a partir de fontes renováveis ou mesmo a partir de subprodutos e rejeitos industriais (BORMANN *et al.*, 1998; FUKUI; DOI,



1998; YU, 2001 *apud* RODRIGUES, 2005).

Existe uma variedade de materiais de que os bioplásticos podem ser compostos, incluindo: amidos, celulose, ou ainda por outros biopolímeros. As formas mais usuais de bioplásticos são materiais encapsulados, utensílios de jantar, embalagem de comida, e alguns isolantes.

Para incrementar a produção, suas propriedades e aumentar as aplicações dos bioplásticos, ainda serão necessárias muitas pesquisas, principalmente para que esses materiais passem a apresentar algumas propriedades, por exemplo, as mecânicas, superiores às apresentadas por determinados plásticos convencionais (TELLES *et al.*, 2011).

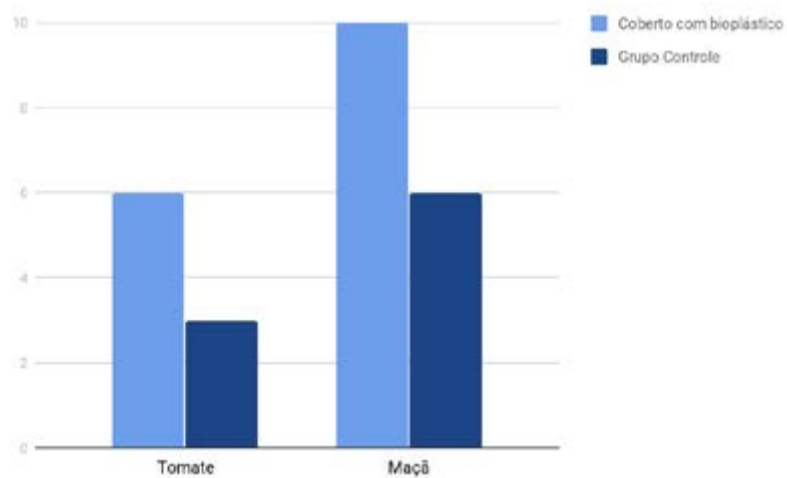
Com a aplicação de revestimentos em frutas, tem-se a formação de uma cobertura com preenchimento parcial dos estômatos e lenticelas, reduzindo, dessa forma, a transferência de umidade (transpiração) e as trocas gasosas (respiração). Como o início do processo de maturação está estreitamente associado ao aumento na produção de etileno e, considerando que o O₂ é necessário para a sua produção, a redução da permeação do O₂ para o interior do fruto gerará uma correspondente redução na produção do etileno (responsável pelo amadurecimento), o que permite, em princípio, prolongar a vida do fruto (ASSIS *et al.*, 2009).

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A produção de bioplástico foi muito mais controlada este ano. Foram atingidas boas proporções dos materiais na criação de um biopolímero equilibrado em relação as suas dimensões e espessura.

Nos testes de conservação, foram executados diversos experimentos com frutos. Anteriormente, tínhamos avaliado primeiramente com maçã e tomate. Esses tinham sido os resultados:

Gráfico 1 - Resultado da média de dias do teste de conservação de frutos



Fonte: Os autores.

Dessa vez, juntamos um grupo de frutos e vegetais (como pode ser visto na figura 4): tomate, banana, cenoura, morango, maçã e uva. Envoltos com o nosso bioplástico de casca de cebola, bioplástico comum e livre no ambiente.

Figura 4 – Grupo de frutos para análise



Fonte: Os autores.

Em um teste que durou mais de um mês, observamos que os frutos envolvidos com nosso bioplástico e o comum estiveram em um estado melhor que os deixados expostos ao ar livre à temperatura ambiente, com uma singela diferença podendo ser observada por exemplo na maçã que ainda se manteve mais conservada no biopolímero desse trabalho.

Figura 5 – Maçã com bioplástico com casca de cebola (esquerda) e maçã com bioplástico simples (direita)



Fonte: Os autores.

Sobre o teste de degradação em solo, como atestado no ano passado em pouco mais de um mês, conseguimos a degradação completa da amostra em solo, pela figura 6 podemos ver a diferença de 45 dias. O bioplástico foi totalmente degradado.

Figura 6 – Degradação em Solo



Fonte: Os autores.

5 CONCLUSÃO

Produzir bioplásticos mais sustentáveis é possível, porém não é uma tarefa fácil. Já que algumas substituições podem implicar em um produto caro, o que não seria bom para o mercado, portanto é algo a ser estudado e aprimorado. A adição da casca de cebola ao bioplástico é benéfica para contribuir efetivamente na capacidade de inibir a ação de microrganismos, garantindo uma melhor qualidade dos alimentos. Além de ser totalmente sustentável devido à sua degradação em solo ser efetiva ocorrendo em poucos dias.

Sendo assim os bioplásticos gerados nesse estudo apresentam um grande potencial, futuro de aplicação no mercado e podem exercer um papel importante na conservação de alimentos. Tem-se a noção que é necessária uma caracterização minuciosa do produto para que ele esteja inteiramente normalizado para aplicação em situações reais da população e que também há a possibilidade de substituição da glicerina mineral por uma glicerina vegetal, por exemplo.

Portanto, ainda há muito o que fazer para estabelecer um produto extremamente funcional e econômico, mas é fato que grandes passos já foram dados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Cariri (UFCA) pelo financiamento do projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ASSIS, Odílio Benedito Garrido; BRITO, Douglas; FORATO, Lucimara Aparecida. O uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores para conservação de frutas in natura e minimamente processadas. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, São Carlos, SP, p. 10, 2009.

BRITO, Gustavo Figueiredo *et al.* Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, p. 127-139, 31 set. 2011.

CORDI, Livia. **Estudo da biodegradação dos filmes de poli (ε-caprolactona), da blenda poli (ε-caprolactona)/amido e do composito poli (ε-caprolactona)/amido/po de fibra de coco por fungos e bactérias**. 2008. 97 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Campinas, SP. 2008.

LUVIELMO, Márcia de Mello; LAMAS, Susana Vieira. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, Pelotas, RS, v. 8, n. 1, 2012.
MUCELIN, Carlos Alberto; BELLINI, Marta. Lixo e Impactos Ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 1, 2008.

SOARES, Eufemia P.; NUNES, Edilene de Cássia D.; SAIKI, Mitiko; WIEBECK, Hélio Caracterização de Polímeros e Determinação de Constituintes Inorgânicos em Embalagens Plásticas Metalizadas. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 206-212, 2002.

PAVIA, Donald L., Lampman, Gary M., Kriz, George S., Vyvyan, James R. **Introdução à Espectroscopia**. [S. l.]: Cengage Learning, 2010.

ZULLO, Roland; IANNACE, Salvatore. The effects of different starch sources and plasticizers on film blowing of thermoplastic starch: Correlation among process, elongational properties and macromolecular structure. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], p. 376-383, jan. 2009.

The logo for UFCA (Universidade Federal do Cariri) is centered at the bottom of the page. It consists of the acronym 'UFCA' in a stylized, white, serif font. Below the acronym, the full name 'UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI' is written in a smaller, white, sans-serif font, arranged in two lines. The background is a dark blue gradient with a pattern of semi-transparent white circles of varying sizes on the left side and a bright yellow curved shape in the top right corner.

UFCA
UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CARIRI