Denise dos Santos Vila Verde
Claudemir Antonio Garcia Fioratti
José Antonio da Silva Dantas
Silmare Nogueira do Nascimento Pereira
Organizadores

ENTRE FOLHAS E GENES: ESTUDOS MULTIDISCIPLINARES EM BIOLOGIA VEGETAL

VOLUME I





Wissen
2024

Denise dos Santos Vila Verde
Claudemir Antonio Garcia Fioratti
José Antonio da Silva Dantas
Silmare Nogueira do Nascimento Pereira
Organizadores

ENTRE FOLHAS E GENES: ESTUDOS MULTIDISCIPLINARES EM BIOLOGIA VEGETAL

VOLUME I





Wissen
2024

Denise dos Santos Vila Verde
Claudemir Antonio Garcia Fioratti
José Antonio da Silva Dantas
Silmare Nogueira do Nascimento Pereira
Organizadores

Entre Folhas e Genes: estudos multidisciplinares em Biologia Vegetal

Teresina-PI, 2024

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

©2024 *by* Wissen Editora
Copyright © Wissen Editora
Copyright do texto © 2024 Os autores
Copyright da edição © Wissen Editora
Todos os direitos reservados

Direitos para esta edição cedidos pelos autores à Wissen Editora.

Todo o conteúdo desta obra, inclusive correção ortográfica e gramatical, é de responsabilidade do(s) autor(es). A obra de acesso aberto (Open Access) está protegida por Lei, sob Licença Creative Commons Atribuição-Não Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional, sendo permitido seu *download* e compartilhamento, desde que atribuído o crédito aos autores, sem alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Editores Chefe: Dra. Adriana de Sousa Lima
Me. Junielson Soares da Silva
Ma. Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
Ma. Denise dos Santos Vila Verde

Projeto Gráfico e Diagramação: Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

Imagem da Capa: Canva

Edição de Arte: Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

Revisão: Os autores
Os Organizadores

Informações sobre a Editora
Wissen Editora
Homepage: www.editorawissen.com.br
Teresina – Piauí, Brasil
E-mails: contato@wisseneditora.com.br
wisseneditora@gmail.com

Siga nossas redes sociais:
@wisseneditora

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

EQUIPE EDITORIAL

Editores-chefes
Me. Junielson Soares da Silva
Dra. Adriana de Sousa Lima
Ma. Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
Ma. Denise dos Santos Vila Verde

Equipe de arte e editoração
Emilli Juliane de Azevedo Neves
Isaquiel de Moura Ribeiro

CONSELHO EDITORIAL
Ciências Agrárias e Multidisciplinar
Dr. Felipe Górski - Secretaria de Educação do Paraná (SEED/PR)
Dra. Patrícia Pato dos Santos - Universidade Anhanguera (Uniderp)
Dr. Jose Carlos Guimaraes Junior - Governo do Distrito Federal (DF)

Ciências Biológicas e da Saúde
Dra. Francijara Araújo da Silva - Centro Universitário do Norte (Uninorte)
Dra. Rita di Cássia de Oliveira Angelo - Universidade de Pernambuco (UPE)
Dra. Ana Isabelle de Gois Queiroz - Centro Universitário Ateneu (UniAteneu)

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias
Dr. Allan Douglas Bento da Costa - Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)
Dra. Vania Ribeiro Ferreira - Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)
Dr. Agmar José de Jesus Silva – Secretaria de Educação do Amazonas (Seduc/AM)

Linguística, Letras e Artes
Dra. Conceição Maria Alves de A. Guisardi - Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas
Dr. Isael de Jesus Sena - Culture, Education, Formation, Travail (CIRCEFT)
Dra. Mareli Eliane Graupe - Universidade do Planalto Catarinense (Uniplac)
Dr. Rodrigo Avila Colla - Rede Municipal de Ensino de Esteio, RS
Dr. Erika Giacometti Rocha Berribili - Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Dr. Douglas Manoel Antonio De Abreu P. Dos Santos - Universidade de São Paulo (USP)
Dra. Aline Luiza de Carvalho - Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais (FHEMIG)
Dr. José Luiz Esteves - Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC/PR)
Dr. Claudemir Ramos - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP)
Dr. Daniela Conegatti Batista – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Dr. Wilson de Lima Brito Filho - Universidade Federal da Bahia (UFBA)

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Dr. Cleonice Pereira do Nascimento Bittencourt- Universidade de Brasília (UnB)
Dr. Jonata Ferreira de Moura - Universidade Federal do Maranhão (UFMA)
Dra. Renata dos Santos - Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

Conselho Técnico Científico

Me. Anderson de Souza Gallo - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ
Ma. Antônia Alikaene de Sá - Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Ma. Talita Benedcta Santos Künast - Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Ma. Irene Suelen de Araújo Gomes – Secretaria de Educação do Ceará (Seduc /CE)
Ma. Tamires Oliveira Gomes - Universidade Federal de São Paulo (Unifesp)
Ma. Aline Rocha Rodrigues - União Das Instituições De Serviços, Ensino E Pesquisa LTDA (UNISEPE)
Me. Mauricio Pavone Rodrigues - Universidade Cidade de São Paulo (Unicid)
Ma. Regina Katiuska Bezerra da Silva - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Esp. Rubens Barbosa Rezende – Faculdade UniFB
Me. Luciano Cabral Rios – Secretaria de Educação do Piauí (Seduc/PI)
Me. Jhenys Maiker Santos - Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Me. Francisco de Paula S. de Araujo Junior - Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
Ma. Anna Karla Barros da Trindade - Instituto Federal do Piauí (IFPI)
Ma. Elaine Fernanda dos Santos - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
Ma. Lilian Regina Araújo dos Santos - Universidade do Grande Rio (Unigranrio)
Ma. Luziane Said Cometti Lélis - Universidade Federal do Pará (UFPA)
Ma. Márcia Antônia Dias Catunda - Devry Brasil
Ma. Marcia Rebeca de Oliveira - Instituto Federal da Bahia (IFBA)
Ma. Mariana Morais Azevedo - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
Ma. Marlova Giuliani Garcia - Instituto Federal Farroupilha (IFFar)
Ma. Rosana Maria dos Santos - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Ma. Rosana Wichineski de Lara de Souza - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Ma. Simone Ferreira Angelo - Escola Família Agrícola de Belo Monte - MG
Ma. Suzel Lima da Silva - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
Ma. Tatiana Seixas Machado Carpenter - Escola Parque
Me. Cássio Joaquim Gomes - Instituto Federal de Nova Andradina/Escola E. Manuel Romão
Me. Daniel Ordane da Costa Vale - Secretaria Municipal de Educação de Contagem
Me. Diego dos Santos Verri - Secretária da Educação do Rio Grande do Sul
Me. Fernando Gagno Júnior - SEMED - Guarapari/ES
Me. Grégory Alves Dionor - Universidade do Estado da Bahia (UNEB)/Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Me. Lucas Pereira Gandra - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); UNOPAR, Polo Coxim/MS
Me. Lucas Peres Guimarães – Secretaria Municipal de Educação de Barra Mansa - RJ
Me. Luiz Otavio Rodrigues Mendes - Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Me. Mateus de Souza Duarte - Universidade Federal de Sergipe (UFS)
Me. Milton Carvalho de Sousa Junior - Instituto Federal do Amazonas (IFAM)
Me. Sebastião Rodrigues Moura - Instituto Federal de Educação do Pará (IFPA)

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Me. Wanderson Diogo A. da Silva - Universidade Regional do Cariri (URCA)

Ma. Heloisa Fernanda Francisco Batista - Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Ma. Telma Regina Stroparo - Universidade Estadual do Centro Oeste (Unicentro)
Me. Sérgio Saraiva Nazareno dos Anjos - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Entre Folhas e Genes: estudos multidisciplinares em Biologia Vegetal

http://www.doi.org/10.52832/wed.100

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Entre folhas e genes [livro eletrônico]: estudos multidisciplinares em Biologia Vegetal: volume 1 / organização Denise dos Santos Vila Verde ... [et al.]. -- Teresina, PI: Wissen Editora, 2024.

PDF

Vários autores

Outros organizadores: Claudemir Antonio Garcia Fioratti, José Antonio da Silva Dantas, Silmare Nogueira do Nascimento Pereira.

ISBN 978-65-85923-11-8
DOI: 10.52832/wed.100

1. Biologia 2. Botânica 3. Genealogia 4. Plantas (Botânica) I. Verde, Denise dos Santos Vila. II. Fioratti, Claudemir Antonio Garcia. III. Dantas, José Antonio da Silva. IV. Pereira, Silmare Nogueira do Nascimento.

24-206940 CDD-581.4

Índices para catálogo sistemático:

1. Plantas: Botânica 581.4

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

Informações sobre da Wissen Editora
Homepage: www.editorawissen.com.br
Teresina - Piauí, Brasil
E-mails: contato@wisseneditora.com.br
wisseneditora@gmail.com

Como citar ABNT: VILA VERDE, D. dos, S. *et al.* **Entre folhas e genes: estudos multidisciplinares em Biologia Vegetal**. v. 1, Teresina-PI: Wissen Editora, 2024. 137 p.

Teresina-PI, 2024

SOBRE OS ORGANIZADORES

Denise dos Santos Vila Verde



Graduada em Engenharia Florestal pela UFRB, com experiência como bolsista Fapesb em ciência do solo (2014 - 2015). Bolsista Fapesb/CNPq no Laboratório de Cultura de Tecidos da Embrapa Mandioca e Fruticultura, focando em micropropagação de citros, mandioca, inhame e mamão (2015 - 2018). Mestre em Ciências Agrárias pela UFRB, pesquisando conservação in vitro de germoplasma de inhame na Embrapa (2020), como bolsista Capes. Atualmente, doutoranda em Produção Vegetal na UESC, como bolsista Capes, desenvolvendo minha tese com indução de haploides e polipoides em citros, além de contribuir com outros trabalhos da cultura e de mandioca, mamão e inhame. Além disso, atuo como professora conteudista/autora desde 2023 na Delinea EDTECH, desenvolvendo materiais didáticos para disciplinas como Hidrologia, Irrigação e Drenagem, Fruticultura, Extensão Rural, e também em oficinas voltadas para a indústria sucroalcooleira e regulamentos de operação de prensa. Também desempenho um papel ativo na organização de eventos, especialmente como membro da Comissão Científica da Bio10 Digital Cursos, contribuindo para a coordenação e qualidade dos conteúdos apresentados.

Claudemir Antonio Garcia Fioratti



Graduado em Ciências Biológicas - Bacharelado (2017) e Licenciatura (2018) pela Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD. Bolsista do Programa de Educação Tutorial de Ciências Biológicas - PETBio (2016-2017), Voluntário de Iniciação Científica - CNPQ (2016-2017). Bolsista de Iniciação Científica - CNPQ (2017-2018). Mestre em Entomologia e Conservação da Biodiversidade (2020). Atualmente Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade (2020-2024). E Professor Colaborador Voluntário na Faculdade de Ciências Agrárias e Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, ambas na UFGD, onde ministro as disciplinas de Morfologia Externa dos Vegetais, Botânica e Ecologia nos cursos de Agronomia, Ciências Biológicas e Zootecnia. Coordenador do Núcleo de Botânica e Ecologia Aplicada (NUBEA), onde oriento alunos de iniciação científica, trabalho de conclusão de curso a nível de graduação, e coorientação a nível de mestrado. Atuando nas seguintes áreas: Interação Inseto-Planta, Entomofauna Visitante, Análises por Espectroscopia Óptica Material Botânico, caracterização morfoanatômica de nectários e biomonitoramento da qualidade do ar nos municípios de Mato Grosso do Sul utilizando plantas como modelo pelo teste TRAD-MCN. E atualmente trabalhando com Análise faunística, perfil fitoquímico e caracterização morfoanatômica do nectário de *Tropaeolum majus* L. (Tropaeolaceae). E Colaborador no projeto: Bioprospecção De Extratos Vegetais sobre *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) - FUNDECT/CAPES no Laboratório Interação Inseto-Planta sob a orientação da Profa. Dra. Rosilda Mara Mussury.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

José Antonio da Silva Dantas



Biólogo pelo Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - INEMA (BAHIA). Mestre em Biodiversidade Vegetal pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB) e Mestrando em Ciências Ambientais pelo IFBaiano campus Serrinha. Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado da Bahia (2016) e Licenciatura em Pedagogia pela Faculdade Educacional da Lapa (2021). Especialista em Biologia Vegetal (UNEB), em Gestão Pública (CENES), em Docência no Ensino Superior (UCAM), e em Ecologia e Gestão Ambiental (FARESE). Tem experiência na Educação Básica e Vivência no Ensino Superior, Ecologia e Meio Ambiente, com ênfase em Estrutura de População e Distribuição Espacial, Recuperação de Áreas Degradadas e Matas Ciliares, Licenciamento, Consultoria e Educação Ambiental, Inventário Florestal, Análises de Tamanhos e Métodos de Parcelas. Atuando principalmente nos seguintes temas: Protagonismo docente em espaços escolares e não formais, Pedagogia de Projetos com foco no educando, Taxonomia de Angiospermas, Dendrometria, Fenologia, Dispersão, Sementes Nativas, Germinação e Produção de Mudas.

Silmare Nogueira do Nascimento Pereira



Possui graduação em Bacharelado em Ciências Biológicas pela Faculdade Frassinetti do Recife (2016) e mestrado em Agronomia - Melhoramento Genético de Plantas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (2022), atuando principalmente nos seguintes temas: produção de grãos, feijão-comum, melhoramento vegetal, reservatório e ecologia límnica. Desenvolveu estágio no Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA) no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, trabalhando com produção de meios nutritivos e soluções, multiplicação e avaliação do material vegetal in vitro e aclimatação de mudas. Além disso, tem várias certificações complementares, incluindo Sustentabilidade na Produção de Café, Produção e Tecnologia de Sementes e Mudas, English for Science, Technology, Engineering, and Mathematics, Introdução ao Acesso a Patrimônio Genético Nativo e Conhecimentos Tradicionais Associados, e Cultivo e Produção de Grãos.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO 15

CAPÍTULO 1 18

EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE HÚMUS COMO FATOR DETERMINANTE NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO MORFOLÓGICO E FISIOLÓGICOS DO *Passiflora edulis* Sims 18

José Aliçandro Bezerra da Silva 18

Anderson da Silva Santos 18

Ana Vitória Freire Neves 18

Giovani Evangelista Santos 18

João Henrique Rodrigues Sá 18

Erica Heloise Freitas Santos 18

Marcelo da Silva Martins 18

Jocelma Maria da Silva 18

DOI: 10.52832/wed.100.599 18

CAPÍTULO 2 26

CARACTERIZAÇÃO MORFOFISIOLÓGICA DE PLANTAS DE *Coffea arabica* L. SUBMETIDAS A ESTRESSE HÍDRICO INDUZIDO POR POLIETILENOGLICOL 6000 26

Larissa Oliveira da Silva 26

Mateus Gustavo Quinalha 26

Yolanda Eugenia Alamo Gabrine Boza 26

Julieta Andrea Silva de Almeida 26

DOI: 10.52832/wed.100.600 26

CAPÍTULO 3 35

ENVELHECIMENTO DE EMBRIÕES DE SEMENTES DE *Ziziphus joazeiro* Mart E PROCESSO DE GERMINAÇÃO, EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS 35

Matheus Ribeiro Santana 35

José Aliçandro Bezerra da Silva 35

Anderson da Silva Santos 35

Ana Vitória Freire Neves 35

Diego Ariel Meloni 35

Giovani Evangelista Santos 35

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

João Henrique Rodrigues Sá 35
Erica Heloise Freitas Santos 35
Jocelma Maria da Silva 35
Marcelo da Silva Martins 35
DOI: 10.52832/wed.100.601 35
CAPÍTULO 4 43
INTERFERÊNCIA DE *Schinus terebinthifolia* Raddi EM PARÂMETROS DE GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Raphanus sativum* L. 43
Schirley Costalonga 43
Maria do Carmo P. 43
Sávio Cabral Lopes de Lima 43
DOI: 10.52832/wed.100.602 43
CAPÍTULO 5 53
ANÁLISE DA AÇÃO DA CONSTRUÇÃO DO ESPIGÃO COSTEIRO NA RECUPERAÇÃO DA FAIXA ARENOSA E DA VEGETAÇÃO DE RESTINGA NA PRAIA DA PONTA D'AREIA EM SÃO LUÍS – MA 53
Thaís Malaquias Pastor 53
DOI: 10.52832/wed.100.603 53
CAPÍTULO 6 60
O IMPACTO DA POLUIÇÃO LUMINOSA NA FENOLOGIA E NA INTERAÇÃO PLANTA-POLINIZADOR 60
Valtenisa de Andrade Lima 60
Mariana Tasmo Coelho Silva 60
Felipe Azevedo da Silva Vieira 60
DOI: 10.52832/wed.100.604 60
CAPÍTULO 7 67
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA VEGETAÇÃO RIPÁRIA NO RIO PITANGUI, CAMPOS GERAIS DO PARANÁ, SUL DO BRASIL 67
Jorge Iarmul 67
Rodrigo Fernando Moro 67
Melissa Koch Fernandes de Souza 67
Rosemeri Segecin Moro 67
DOI: 10.52832/wed.100.605 67
CAPÍTULO 8 76

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

CAJUZINHO DO CERRADO: UMA VISÃO SOBRE BOTÂNICA, DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA, ECOLOGIA, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E BENEFÍCIOS À SAÚDE DE UMA PLANTA ENDÊMICA 76

Aryane Ribeiro Oliveira 76

Cristiane Maria Ascari Morgado 76

Ítalo Careli-Gondim 76

André José de Campos 76

DOI: 10.52832/wed.100.606 76

CAPÍTULO 9 85

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E ESTRUTURAIS DA CÚRCUMA EM PÓ (*Curcuma longa* L.) PARA POTENCIAL UTILIZAÇÃO NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA 85

Aryane Ribeiro Oliveira 85

Alline Emannuele Chaves Ribeiro 85

Érica Resende de Oliveira 85

Marina Costa Garcia 85

Ítalo Careli-Gondim 85

Márcio Caliari 85

Manoel Soares Soares Junior 85

DOI: 10.52832/wed.100.607 85

CAPÍTULO 10 95

BIOPROSPECÇÃO DE ESPÉCIES VEGETAIS DA FAMÍLIA LAMIACEAE: ANÁLISE FITOQUÍMICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE 95

Julianne Rocha de Araújo 95

Joana Vitória Pereira Cutrim Rocha 95

Nádia Leticia Silva Chaves 95

Ana Paula Muniz Serejo 95

Maria Cristiane Aranha Brito 95

DOI: 10.52832/wed.100.608 95

CAPÍTULO 11 104

MUNDO DE CORES: AS FLORES E SEUS FASCÍNIOS NEGLIGENCIADOS 104

José Antonio da Silva Dantas 104

Ludmilla de Santana Luz 104

Wilma Santos Silva 104

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Magda Raniele Rodrigues Magalhães 104
Claudio Roberto Meira de Oliveira 104
DOI: 10.52832/wed.100.609 104
CAPÍTULO 12 116
PLANTAS NOCIVAS: ATRAENTES E PERIGOSAS 116
José Antonio da Silva Dantas 116
Ludmilla de Santana Luz 116
Wilma Santos Silva 116
Magda Raniele Rodrigues Magalhães 116
Ronald Miranda de Carvalho 116
DOI: 10.52832/wed.100.610 116
CAPÍTULO 13 128
TECNOLOGIA EM FUNÇÃO DO CONHECIMENTO: EXPLORANDO BENEFÍCIOS DE APLICATIVOS MOBILES NO ENSINO DE BOTÂNICA 128
Glaúcio Simão Alves 128
Dinedso Firmino da Fonseca 128
Débora Santos de Sousa Longo 128
Gleiciany de Souza Bello 128
José Élison Teles da Rocha 128
Rafaela de Oliveira Silva Holanda 128
Raimundo Nonato Carneiro Morais 128
Renato Araújo dos Santos 128
Sara Calumbi Nachipindo Kawalende 128
Elen Daiane Molina De Mattos 128
DOI: 10.52832/wed.100.611 128

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

APRESENTAÇÃO

Investigações multidisciplinares no campo da biologia vegetal oferece a oportunidade de compreender o ambiente natural em que residimos. Isso permite a utilização de conhecimentos científicos, metodologias educacionais e abordagens investigativas que promovem o progresso social, ambiental e econômico. No domínio das ciências biológicas, a fusão de diversos campos assume um novo significado na formação de pesquisadores, com o papel do cientista sendo fundamental nesse processo. O objetivo desta publicação é aprofundar a interconexão entre as várias facetas da biologia vegetal, apresentando estudos e avanços que ressaltam a importância de um exame holístico das plantas para a sustentabilidade e o aprimoramento do conhecimento científico.

Diante disso, esta obra conta com a contribuição de estudantes e pesquisadores de vários estados deste país. Ao todo são 13 capítulos, abordando aspectos relacionados aos diversos campos da Biologia Vegetal.

O capítulo 1 avaliou o efeito da adubação com húmus no crescimento de plantas de maracujazeiro-amarelo em condições semiáridas, demonstrando a melhor proporção do adubo (em relação à quantidade de solo) para uma produção mais eficiente e sustentável, contribuindo para a agricultura em regiões com limitações hídricas.

No capitulo 2, os autores buscaram caracterizar as respostas morfológicas e fisiológicas de plantas de diferentes genótipos de *C. arabica* submetidas a estresse hídrico.

O capitulo 3 avaliou o envelhecimento e a capacidade de germinação de embrião em sementes de Juazeiro. Associado ao estudo também foi analisada a formação morfológica inicial de plântulas.

No capitulo 4, realizou-se a análise das propriedades alelopáticas de extratos etanólicos dos frutos de cinco genótipos de *S. terebinthifolia* Raddi sobre o organismos-teste *Raphanus sativum*, a fim de fornecer dados relevantes no aprimoramento de seu uso na restauração de restingas.

O capítulo 5 analisou o impacto da evolução da ocupação imobiliária do solo e da vegetação de restinga na Península da Ponta D'Areia, em São Luís, e sua relação com a erosão costeira. Além disso, visa investigar os impactos positivos da implantação do Espigão Costeiro na mitigação dos danos causados pelas construções ao longo das últimas décadas.

No capitulo 6, tem-se uma revisão integrativa, no qual tem como objetivo explorar os impactos da poluição luminosa na fenologia das plantas e na interação planta-polinizador, destacando os mecanismos biológicos envolvidos e os efeitos na eficácia da polinização e na

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

reprodução das plantas. Ao compreender e abordar esses impactos, é possível promover a conscientização sobre a importância da redução da poluição luminosa e contribuir para a conservação e a sustentabilidade dos ecossistemas terrestres.

Ao chegarmos no capítulo 7, tem-se a distribuição da vegetação ripária cm base em conceitos de pedoambientes para subsidiar o manejo sustentável da bacia hidrográfica que entre outras funcionalidades, responde pelo abastecimento público da cidade de Ponta Grossa, no estado do Paraná.

No capítulo 8, visa abranger toda a literatura disponível sobre o cajuzinho do cerrado. Neste foram considerados artigos, revisões e outras publicações relevantes que abordassem diversos aspectos, como morfológicos, econômicos, agronômicos e medicinais relacionados ao tema, tanto em idioma português quanto em inglês. Além disso, foram examinadas as listas de referências dos artigos selecionados para identificar estudos adicionais pertinentes.

O capitulo 9, avaliou as propriedades físico-químicas e estruturais da cúrcuma em pó, visando contribuir para ampliação de sua utilização como ingrediente pela indústria de alimentos. Enquanto no capitulo 10, foi realizado uma a análise fitoquímica e avaliação da atividade antioxidante dos extratos etanólicos das folhas de ambas das espécies medicinais *Ocimum gratissimum* L. e *Origanum vulgare* L.

O capitulo 11, teve por objetivo destacar representantes da flora exótica que, por sua vez, são evitados por possuírem alguma condição de ameaça. Destacando que, é crucial reconhecer o valor ornamental e funções ecológicas dessas plantas, que podem coexistir harmoniosamente com plantas nativas, fauna e humanos. Ao seguirmos para o capitulo 12, tem-se um estudo com plantas nocivas, tendo com objetivo difundir e complementar suas informações ainda desconhecidas pela sociedade e/ou poucas estudadas pela ciência.

Por fim, o capítulo 13, explora o potencial educativo de cinco aplicativos para dispositivos móveis e propõe a possibilidade de implementação em sala de aula, com finalidade no ensino de Botânica.

Destinado a estudantes, pesquisadores e entusiastas da botânica, "Entre Folhas e Genes" busca promover uma compreensão abrangente e integrativa, destacando a importância de abordagens multidisciplinares para desvendar os segredos das plantas e sua importância para a vida na Terra. A Biologia Vegetal é essencial não apenas para entender as plantas, mas também para enfrentar muitos dos desafios globais atuais e futuros relacionados à alimentação, saúde, meio ambiente e sustentabilidade.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Este e-book serve como uma fonte abrangente e variada de conhecimento, ressaltando a importância de empregar uma metodologia multidisciplinar no campo da biologia vegetal. Acreditamos que isso estimulará o início de novas investigações e metodologias destinadas a promover a sustentabilidade e o avanço da ciência. E permita que os leitores descubram nessas páginas não apenas o conteúdo informativo, mas também o desejo de persistir em se aprofundar e apreciar as complexidades e maravilhas do reino vegetal.

Portanto, expressamos nossa gratidão e reconhecimento aos autores de cada capítulo desta publicação por suas contribuições significativas, juntamente com as ideias que serão derivadas do exame minucioso de cada página.

Denise dos Santos Vila Verde

Silmare Nogueira do Nascimento Pereira

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

CAPÍTULO 1

EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE HÚMUS COMO FATOR DETERMINANTE NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO MORFOLÓGICO E FISIOLÓGICOS DO *Passiflora edulis* Sims

José Aliçandro Bezerra da Silva
Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

Anderson da Silva Santos
Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

Ana Vitória Freire Neves
Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

Giovani Evangelista Santos
Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

João Henrique Rodrigues Sá
Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

Erica Heloise Freitas Santos
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Marcelo da Silva Martins
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

Jocelma Maria da Silva
Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

DOI: 10.52832/wed.100.599

RESUMO

A adubação orgânica é essencial para o cultivo de mudas de maracujazeiro, oferecendo benefícios significativos para seu crescimento e desenvolvimento. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da adubação com húmus no crescimento de plantas de maracujazeiro-amarelo em condições semiáridas. O experimento foi conduzido na Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), utilizando solo Cambissolo Vermelho Eutrófico e húmus como substrato. O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, com 11 tratamentos compostos por diferentes proporções de húmus e solo. Foram avaliadas variáveis fisiológicas como clorofila A e B além de variáveis morfológicas como número de folhas, comprimento do caule, diâmetro do caule e comprimento de raízes. Desse modo, observou-se que o aumento na quantidade de húmus aplicada ao solo promoveu diretamente o crescimento e desenvolvimento das plantas de maracujá, possivelmente devido ao fornecimento de nutrientes, melhoria da estrutura do solo e aumento da disponibilidade de água. Esses resultados indicam que a adubação orgânica, especialmente na proporção de 77% de húmus, melhora os processos bioquímicos relacionados à fotossíntese, resultando em um melhor crescimento das mudas.

Palavras-chave: Adubação Orgânica. Desenvolvimento Vegetal. Produção de Mudas.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims) é uma das frutíferas mais cultivadas, com produção de 593.429 toneladas em 2019 (IBGE, 2020). Essa fruta é amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais, sendo seus frutos utilizados para consumo in natura ou processados (Lima *et al.*, 2020). A cultura do maracujá possui significativa importância econômica, devido ao seu alto valor no mercado, propriedades medicinais e benefícios nutricionais. A resistência da fruta à seca, a adaptabilidade a vários solos e os diversos métodos de processamento contribuem para o seu potencial econômico.

A adubação orgânica para o maracujá segue os mesmos critérios da adubação convencional, em que a necessidade de Nitrogênio (N) a ser aplicada é baseada na quantidade extraída pelas plantas e na produtividade esperada (Borges, 2021). Um substrato adequado proporciona qualidade, rendimento e praticidade na produção das mudas, em campo, plântulas vigorosas normalmente se desenvolvem melhor, resistindo a estresses diversos, tornando-se produtivas e muitas vezes resultando em menor tempo para iniciar a produção (Jorge, 2020).

O húmus de minhoca tem a capacidade de melhorar a retenção de água no solo, aumentar a porosidade do solo e reduzir o endurecimento do solo. Além disso, as minhocas apoiam a regeneração do ecossistema microbiano do solo e a criação de uma estrutura agregada saudável do solo (Lin *et al.*, 2022). A fertilização orgânica com húmus de minhoca oferece uma abordagem sustentável e eficaz para aumentar a fertilidade do solo e promover o crescimento das plantas.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e desenvolvimento de mudas de maracujá em diferentes proporções de húmus quanto aos parâmetros morfológicos e fisiológicos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de produção de mudas da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) Campus Juazeiro, no período entre 20 de outubro de 2022 a 05 de dezembro de 2022. O município de Juazeiro-BA apresenta-se a 368 m de altitude, sob as coordenadas geográficas de 9° 26' 18" S e 40° 30' 19" W.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados (BIC), compreendendo a espécie de cultivar de maracujá com onze tratamentos, em vasos de 6 litros, com cinco repetições, atingindo um total de 55 unidades experimentais. Foram realizados os cálculos para preparar a proporção de solo e substrato para cada tratamento e definido os tratamentos mostrados na tabela 1.

Tabela 1 - Valores da proporção de cambissolo vermelho eutrófico e húmus por tratamento.

Tratamento	% Solo (Cambissolo)	% Substrato (Húmus)
T1	100%	0%
T2	90%	10%
T3	80%	20%
T4	70%	30%
T5	60%	40%
T6	50%	50%
T7	40%	60%
T8	30%	70%
T9	20%	80%
T10	10%	90%
T11	0%	100%

Descrição da tabela: (T1) Tratamento 01 (0 % de húmus); (T2) Tratamento 02 (10 % de húmus); (T3) Tratamento 03 (20 % de húmus); (T4) Tratamento 04 (30 % de húmus); (T5) Tratamento 05 (40 % de húmus); (T6) Tratamento 06 (50 % de húmus); (T7) Tratamento 07 (60 % de húmus); (T8) Tratamento 08 (70 % de húmus); (T9) Tratamento 09 (80 % de húmus); (T10) Tratamento 10 (90 % de húmus) e (T11) Tratamento 11 (100 % de húmus).

Fonte: Autores, 2024.

Em cada repetição foi feito o plantio de três sementes de cada tratamento a uma profundidade de aproximadamente 1 cm, no fundo dos vasos foi adicionado telas e brita para

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

drenagem evitando a saída do substrato nos vasos e o acúmulo de água nas raízes das plantas. O experimento foi avaliado durante 3 meses.

Após o plantio das sementes, deu-se início a fase de acompanhamento dos parâmetros avaliados no experimento: Emergência das plântulas, comprimento de caule e raiz, índice de clorofila, número de folhas. A irrigação foi realizada diariamente com uma mangueira, aplicando água o suficiente para que o substrato se mantivesse úmido.

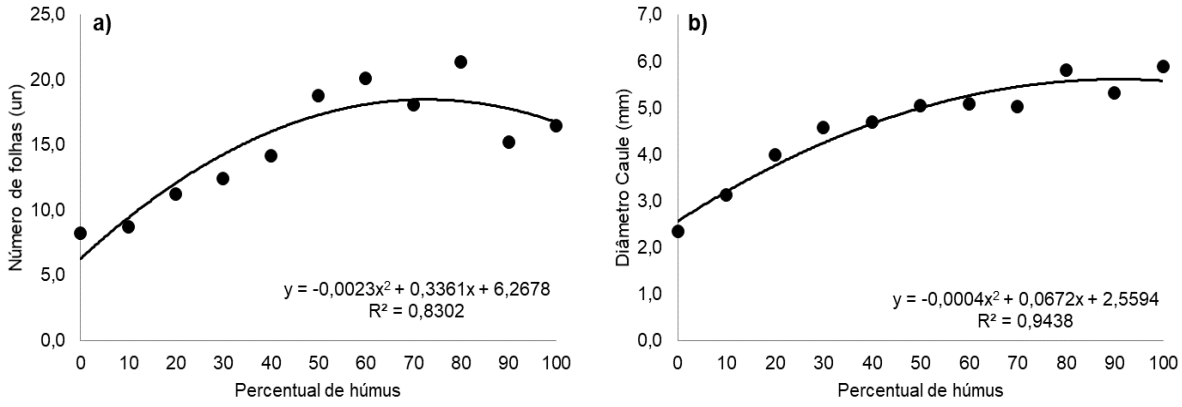
O acompanhamento de emergência das plântulas foi diário até os 90 dias. A medição da altura foi realizada com uma régua graduada. O diâmetro do caule foi obtido com a ajuda de um paquímetro digital (mm) na porção mediana do caule. A determinação do índice de clorofila foi obtida utilizando o dispositivo portátil ClorofiLOG, modelo CFL 1030, da empresa Falker, que realiza medida instantânea não destrutiva da folha, a contagem das folhas foi realizada de modo manual.

Os dados obtidos no experimento, foram ajustados e analisados com aplicação do teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de folhas e diâmetro do caule exibiu uma relação de crescimento em relação ao tratamento testemunha (T1), em consonância com as descobertas de Andrade *et al.* (2015) obtiveram resultados congruentes ao avaliar a aplicação de adubação orgânica na produção de mudas de mamoneiras eles constataram que a utilização de húmus de minhoca resultou em um aumento significativo no diâmetro do caule, favorecendo assim a absorção eficiente de água e minerais essenciais para o crescimento vegetal.

Figura 1 - Análises morfológicas em mudas de maracujá amarelo: número de folhas a), diâmetro do caule b).



Fonte: Autores, 2024.

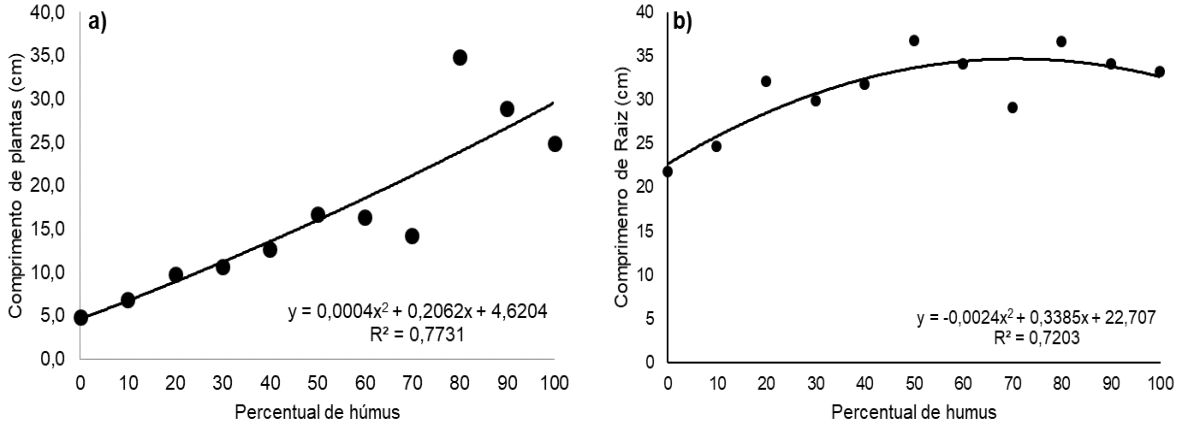
DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

O incremento observado no número de folhas (figura 1, **(a)**), bem como nos valores de comprimento do caule (figura 2, **(a)**), pode ser atribuído aos níveis de nutrientes presentes no húmus, os quais favorecem o desenvolvimento vigoroso das mudas de maracujá.

Esta observação pode ser atribuída à maior disponibilidade de nitrogênio nos substratos contendo húmus, uma vez que o nitrogênio desempenha um papel fundamental na síntese de componentes como clorofila os quais são moléculas de importância crucial para a formação celular, tecidual e, consequentemente, dos órgãos das plantas, conforme destacado por Taiz e Zaiger (2017). Este achado é congruente com os resultados observados no presente estudo, onde foi constatado que o aumento na proporção de húmus de minhoca resultou em um aumento no diâmetro do caule (figura 1, **(b)**), alcançando o valor máximo no tratamento que empregou 100% de húmus de minhoca.

Ao analisar-se o comprimento das raízes (figura 2, **(b)**), verificou-se que o tratamento com 0 e 10% de húmus apresentaram os menores valores. A elevada densidade da areia dificulta o cultivo em recipientes, resultando em restrições no crescimento tanto da parte aérea quanto das raízes das plantas. O que explica os menores comprimentos de raiz para o tratamento com 0% e os melhores resultados para o tratamento com 80%. Bem como os valores de comprimento do caule (figura 2, **(a)**) pode ser atribuído aos teores de nutrientes encontrados no húmus, o que provoca um melhor desenvolvimento das plantas do maracujá.

Figura 2 - Análises morfológicas em mudas de maracujá amarelo: comprimento de plantas a); comprimento de raiz b).



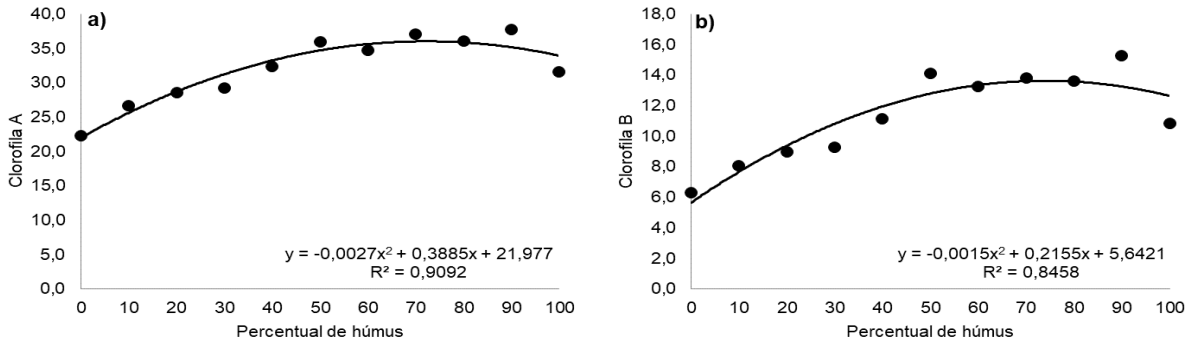
Fonte: Autores, 2024.

As análises quantitativas de clorofila (figura 3), revelaram um impacto positivo da aplicação de húmus nos teores de clorofila A e B em plantas jovens de maracujá amarelo. Destaca-se que o tratamento T10 demonstrou os melhores resultados para clorofila A e clorofila B, conforme

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

evidenciado na tabela 2. Notavelmente, a inclusão de húmus no solo nas proporções de 50% e 80% resultou em teores mais elevados de clorofila A e B em comparação com o tratamento T1, que utilizou 100% de solo.

Figura 3 - Índice de clorofila A e B em mudas de maracujá amarelo com 90 dias: clorofila A a); clorofila B b).



Fonte: Autores, 2024.

A abundância superior de nitrogênio nos substratos contendo húmus promove o incremento no crescimento das plantas, uma vez que o nitrogênio desempenha um papel crucial na síntese de aminoácidos e proteínas, elementos essenciais para a formação celular, tecidual e dos órgãos vegetais, como salientado por Taiz e Zaiger (2017). Assim, a adição de húmus ao solo contribui para uma maior disponibilidade desses nutrientes.

Tabela 2 - Análises morfológicas e fisiológicas em plantas de maracujá-amarelo: número de folhas, comprimento do caule, diâmetro de caule em diferentes níveis de húmus.

Tratamento	Nº de folhas	Comprimento do Caule (cm)	Diâmetro do Caule (cm)	Compriment o da raiz (cm)	Clorofila A	Clorofila B
T1	8,2 d	4,9 h	2,3 e	21,8 b	22,2 d	6,3 f
T2	8,7 d	6,8 g	3,1 d	24,7 b	26,6 c	8,0 e
T3	11,2 c	9,7 f	4,0 c	32,0 a	28,5 c	9,0 d
T4	12,4 c	10,7 f	4,6 b	29,8 a	29,2 c	9,2 d
T5	14,2 c	12,7 e	4,7 b	31,8 a	32,3 b	11,1 c
T6	18,8 a	16,7 d	5,1 b	36,7 a	35,9 a	14,1 b

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

T7	20,1 a	16,4 d	5,1 b	34,1 a	34,7 a	13,2 b
T8	18,1 a	14,3 e	5,0 b	29,1 a	37,1 a	13,8 b
T9	21,4 a	34,8 a	5,8 a	36,6 a	36,0 a	13,6 b
T10	15,2 b	28,9 b	5,3 b	34,0 a	37,7 a	15,3 a
T11	16,5 b	24,8 c	5,9 a	33,2 a	31,5 b	10,8 c

Fonte: Autores, 2024.

O processo fotossintético é dependente de nutrientes essenciais como nitrogênio, fósforo e potássio, os quais desempenham papéis fundamentais tanto em funções estruturais quanto enzimáticas. Além disso, os produtos gerados pela fotossíntese, como a glicose, requerem esses nutrientes para a síntese de outros compostos orgânicos cruciais para o desenvolvimento e a produtividade das plantas.

A adição de húmus nos substratos induz um aumento na quantidade de microrganismos benéficos, o que facilita a liberação de nutrientes minerais para as plantas. Isso, por conseguinte, favorece o crescimento vegetal. Em decorrência disso, o húmus é enriquecido com nutrientes prontamente absorvíveis pelas plantas, o que justifica o aumento no diâmetro do caule.

4 CONCLUSÃO

Através da avaliação dos parâmetros morfológicos e fisiológicos no cultivo do maracujazeiro-amarelo, submetido a diferentes doses de húmus, demonstrou-se que a incorporação média de 77% de húmus ao solo emerge como a opção mais indicada para o seu cultivo. Mas ainda se faz imperativo conduzir estudos adicionais sobre a adubação orgânica direta do maracujazeiro-amarelo em diferentes tipos de solo e em ambientes de produção para validar a viabilidade da agricultura orgânica em larga escala.

Agradecimentos

Os autores expressam sinceros agradecimentos à Univasf pela generosa disponibilidade dos laboratórios e áreas experimentais e a todos que de forma direta e indireta participaram desta pesquisa. Sua colaboração foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BORGES, A. L. **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2021. Disponível em:

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/226951/1/livro-RecomendacaoCalagemAdubacao-AnaLuciaBorges-AINFO.pdf. Acesso em: 30 mar. 2024.

DE ANDRADE, F. H. A.; DE ARAÚJO, C. S. P.; DOS SANTOS, F. R. L.; DA SILVA Irineu, T. H.; ANDRADE, R. Formação de mudas de mamoneiras Brs Gabriela (Ricnus communis L.) Em diferentes volumes de recipientes e substratos. **Revista Terceiro Incluído**, v. 5, n. 2, p. 255-265, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Demographic dates and production agricultural municipal 2020.** Disponível em: https://cities.ibge.gov.br/brasil/research/15/0. Acesso em: 30 mar. 2024.

JORGE, M. H. A.; MELO, R. A. C.; RESENDE, F. V.; COSTA, E.; SILVA, J.; GUEDES, I. M. R. **Informações técnicas sobre substratos utilizados na produção de mudas de hortaliças (Documento 180).** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Brasília. 2020. Disponível em https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/216955/1/DOC-180-18-set-2020.pdf

LIMA, G. S de.; SILVA, J. B da.; PINHEIRO, F. W. A.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R. O potássio não atenua o estresse salino em maracujá amarelo sob estratégias de manejo de irrigação. **Revista Caatinga**, v. 4, p. 1082-1091, 2020. https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n423rc

LIN, Y. H.; MA, J. W.; ZHANG, X. Y. Effects of peat or vermicompost mixed with biochar on the physical and chemical properties of the substrate and composition and metabolism of bacterial communities. J. **China Agric. Univ,** v. 27, p. 84–94, 2022.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. (6ª.ed.): Artmed, 2017.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO MORFOFISIOLÓGICA DE PLANTAS DE *Coffea arabica* L. SUBMETIDAS A ESTRESSE HÍDRICO INDUZIDO POR POLIETILENOGLICOL 6000

Larissa Oliveira da Silva
Centro de Café 'Alcides Carvalho'/Instituto Agronômico de Campinas, Brasil

Mateus Gustavo Quinalha
Centro de Café 'Alcides Carvalho'/Instituto Agronômico de Campinas, Brasil

Yolanda Eugenia Alamo Gabrine Boza
Centro de Biossistemas Agrícolas e Pós-Colheita, Instituto Agronômico de Campinas, Brasil

Julieta Andrea Silva de Almeida
Centro de Café 'Alcides Carvalho'/Instituto Agronômico de Campinas, Brasil

DOI: 10.52832/wed.100.600

RESUMO

A seca é um dos efeitos das mudanças climáticas que prejudicam a sustentabilidade da cafeicultura. Este estudo visou caracterizar respostas morfofisiológicas de plantas de *Coffea arabica* submetidas à restrição hídrica. Foram utilizadas mudas das cultivares IAC Catuaí SH3 e Obatã IAC 16690-20 cujas raízes ficaram mergulhadas em 25 mL de solução de 0 e 80 g/L Polietilenoglicol 6000 (PEG 6000), por 4 dias, em temperatura e iluminação naturais. Cada tratamento teve 10 plantas avaliadas quanto à murcha foliar, temperatura foliar e conteúdo relativo de água (CRA). O PEG 6000 causou murcha foliar nas duas cultivares, sendo que a Obatã apresentou sintomas 24 horas depois do início do experimento enquanto a SH3 após 32 horas. Ainda na presença de PEG as plantas apresentaram redução do CRA de 57,1 e 65,2%, respectivamente para Obatã e SH3. A temperatura foliar foi maior nas plantas tratadas com PEG 6000. As plantas das duas cultivares foram afetadas pelo estresse hídrico induzido pelo PEG 6000, contudo a SH3 mostrou-se mais tolerante que a Obatã. Esses resultados podem contribuir com estudos de melhoramento genético no desenvolvimento de cultivares de *C. arabica* mais tolerantes à seca, essenciais para garantir a sustentabilidade da cafeicultura.

Palavras-chave: Cultivar IAC Catuaí SH3. Cultivar Obatã. Mudanças climáticas. PEG 6000. Temperatura foliar.

1 INTRODUÇÃO

O café do tipo Arábica tem sua origem na Etiópia, onde suas sementes foram inicialmente cultivadas com sucesso por volta de 575 D.C. O gênero *Coffea* pertence à família Rubiaceae, composta por cerca de 103 espécies, mas apenas duas apresentam relevância econômica, a *C. arabica* e a *C. canephora* (Torres *et al*., 2021). A cafeicultura desempenha papel crucial tanto social quanto econômico em diversos países, sendo uma das bebidas mais consumidas e valorizadas globalmente. No Brasil, essa cultura é representada principalmente pelo café Arábica com 64% da produção total, enquanto a *C. canephora* abrange os 36% restantes (CONAB, 2024).

O cafeeiro é uma planta perene de clima tropical, mas a espécie *C. arabica* prospera em climas subtropicais e temperados, preferencialmente em altitudes mais elevadas, com temperaturas médias entre 18 e 22 ºC. Plantas de Arábica toleram até 150 mm de deficiência hídrica anual (Ronchi *et al*., 2015). O seu cultivo é favorecido em regiões com índice pluviométrico anual entre 1200 e 1800 mm e chuvas distribuídas regularmente, embora durante a fase de indução floral, as plantas necessitam passar por períodos de deficiência hídrica para a indução da floração (Canal-Daza; Andrade-Castañeda, 2019).

As mudanças climáticas representam uma ameaça para a produção de café (Pham *et al*., 2019). O fenômeno do aquecimento global relacionado principalmente ao aumento da temperatura média superficial da Terra pode causar períodos de seca recorrentes, afetando diretamente o ciclo da água e ameaçando a cafeicultura devido a condições imprevisíveis de temperatura elevada e seca

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

prolongada (IPCC, 2018). Desta forma, a seca prolongada e as temperaturas elevadas resultantes das mudanças climáticas são fatores que impactam negativamente a cultura do cafeeiro. O programa de melhoramento genético pode mitigar o efeito das mudanças climáticas com o desenvolvimento de cultivares com tolerância à seca.

A temperatura foliar tem papel crucial no processo de fotossíntese da planta, as temperaturas elevadas podem acelerar a perda de água pela transpiração, prejudicando o metabolismo da planta. Além disso, o aumento da temperatura foliar em resposta à restrição hídrica pode desativar enzimas importantes para a fotossíntese (Campos; Santos; Nacarath, 2015).

A ocorrência da seca está associada à falta de precipitação e redução da umidade relativa do ar (Campos; Santos; Nacarath, 2015). A seca afeta todos os estádios de desenvolvimento das plantas, prejudicando seu crescimento e produção e levando ao abortamento das flores (Ronchi *et al.*, 2015). Plantas sob déficit hídrico tendem a apresentar fechamento dos estômatos, o que afeta o metabolismo fotossintético reduzindo a produção (Pes; Arenhardt, 2015). Estudos indicam que o estresse hídrico afeta a cultura do cafeeiro por causar redução na massa seca da parte aérea e da raiz, prejudicando o crescimento e a produção (Ogasawara, 2015). O cafeeiro é uma espécie de porte arbóreo que possui diferentes estádios fenológicos. Para esta espécie torna-se significativo conhecer as respostas de plantas em estádio de mudas à restrição hídrica, o que pode contribuir com o melhoramento genético do cafeeiro no desenvolvimento de cultivares com tolerância à seca. O objetivo deste estudo foi caracterizar respostas morfológicas e fisiológicas de plantas de diferentes genótipos de *C. arabica* submetidas a estresse hídrico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas plantas em estádio de muda das cultivares IAC Catuaí SH3 e Obatã IAC 16690-20, provenientes da germinação de sementes em areia em condição de estufim, em área experimental na Fazenda Santa Elisa, no Instituto Agronômico de Campinas, na cidade de Campinas, SP, situada na latitude -22.8750816º, longitude 47.0753271º e elevação 696 metros. Plantas adultas das cultivares Catuaí SH3 e Obatã em campo, em geral, mostram-se respectivamente tolerantes e sensíveis à seca.

As mudas foram retiradas cuidadosamente do estufim para preservação de suas raízes. Logo após, foi realizado o procedimento de limpeza, pela remoção do excesso de grãos de areia das raízes. Em seguida, as mudas foram colocadas em tubos de ensaio com volume de 50 mL, sendo que as raízes ficaram mergulhadas em 25 mL de solução de PEG 6000 enquanto no

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

tratamento controle as mudas ficaram no mesmo volume de água destilada. Os tubos com as plantas ficaram dispostos em grades (Figura 1).

Figura 1 – Plantas de *C. arabica* com as raízes mergulhadas em solução de 0 e 80 g/L PEG 6000, mantidas em temperatura e iluminação naturais.



Fonte: Autores, 2024.

2.1 Temperatura foliar

A determinação da temperatura foliar das plantas foi realizada com auxílio de aparelho medidor digital de temperatura (infravermelho). Essa determinação foi realizada em folha previamente marcada, sendo a terceira folha da planta. No momento da medida, o aparelho foi posicionado a 4 cm da folha.

2.2 Sintoma de murcha foliar

A avaliação da murcha foliar foi realizada por meio da atribuição de notas de acordo com a escala, sendo: **1**. Sem sintomas de murcha foliar; **2**. Com sintoma de murcha foliar parcial; **3**. Com sintoma de murcha em elevado número de folhas da planta.

2.3 Conteúdo relativo de água (CRA)

A determinação do CRA foi realizada de acordo com Jamaux; Steinmetz; Belhassen (1997). Para tanto, foram obtidos discos foliares de folhas das plantas tratadas e controle. Cada disco foi armazenado em frasco de vidro, com volume de 20 mL, com tampa plástica, logo após, cada disco foi pesado para a determinação da massa fresca, em balança analítica. Em seguida à pesagem, o disco foi colocado de volta no frasco com a adição de 2 mL de água destilada, mantido por 24 horas, em escuro pleno, em temperatura ambiente, para atingir máxima turgescência. Após este período, cada disco foi pesado para a determinação da massa túrgida. Os vidros com os discos

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

foram colocados em estufa de secagem a 50 ºC sob circulação forçada até peso constante, para a determinação da massa seca. Os dados obtidos foram utilizados para o cálculo do CRA, por meio da equação: CRA=100*(mf-ms)/(mt-ms), onde os coeficientes mf, ms e mt, correspondem, respectivamente, a massa fresca, massa seca e massa túrgida.

Neste estudo, cada tratamento constou de dez repetições. Os resultados das avaliações foram expressos com erro padrão médio da média.

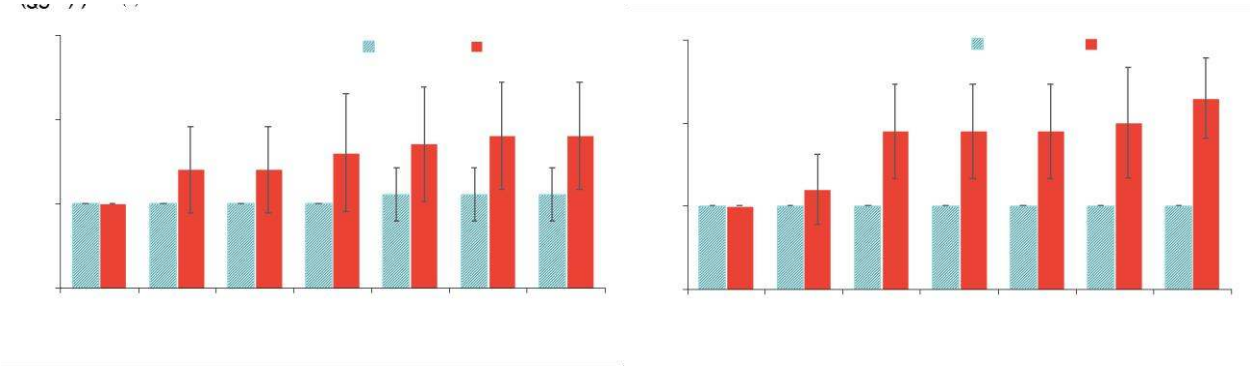
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra os resultados da avaliação do sintoma de murcha foliar das plantas de *C. arabica* submetidas ao tratamento de estresse hídrico. As plantas das duas cultivares submetidas ao estresse hídrico induzido por 80 g/L de PEG 6000 apresentaram murcha foliar em comparação aquelas do controle, que não tiveram qualquer sintoma ao longo da condução do experimento. Esta resposta sugere, que as plantas das duas cultivares submetidas aos tratamentos com PEG 6000 possivelmente também utilizaram a estratégia do fechamento dos estômatos. Quando as plantas não recebem água suficiente, em geral, estas utilizam estratégias para economizar água, entre as quais o controle do fechamento dos estômatos. Nas plantas, os estômatos são estruturas normalmente localizadas no lado abaxial das folhas, que são constituídos pelas células-guardas e uma fenda, denominada ostíolo (Pes; Arenhardt, 2015). Essa fenda permite a ligação entre o tecido endógeno da planta e o meio ambiente. Desta forma, o fechamento estomático, proporciona que a planta reduza a transpiração e, consequentemente, evite a perda de água, sendo que este evento leva a ocorrência da murcha foliar (Campos; Santos; Nacarath, 2015).

No entanto, embora na presença de estresse hídrico todas as plantas deste estudo tenham apresentado murcha foliar (Figura 2), nota-se que houve diferença entre as respostas das duas cultivares. As plantas de Obatã apresentaram murcha foliar após 24 horas, no segundo dia do início do tratamento (Figura 2A) enquanto a cultivar SH3 teve sintomas significativos após cerca de 41 horas (Figura 2B). Embora estes resultados tenham sido obtidos em condição de laboratório, estes indicam que as plantas da cultivar Catuaí SH3 conseguiram evitar por mais tempo a ocorrência dos sintomas de murcha foliar em comparação a cultivar Obatã.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Figura 2 – Sintoma de murcha foliar em plantas de *C. arabica* das cultivares Obatã (A) e SH3 (B) com raízes mergulhadas em solução de 0 e 80 g/L PEG 6000, mantidas em temperatura e iluminação naturais. DAT: horas: Dias após o início do tratamento: Hora da avaliação.



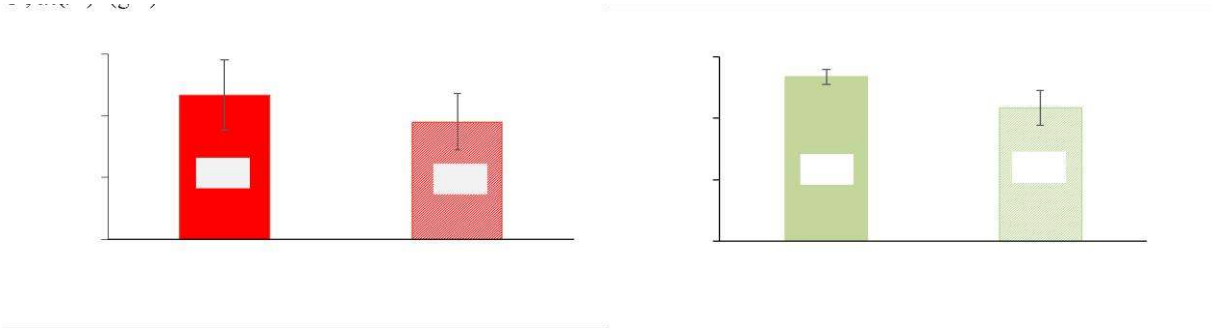
Fonte: Autores, 2024.

Na Figura 3 observam-se os resultados de CRA das plantas das duas cultivares estudadas. O CRA é um parâmetro que permite avaliar o teor de umidade das plantas, que pode ser utilizado como indicador de estresse hídrico, para monitorar a resposta das plantas e avaliar a eficácia das práticas de manejo para minimizar os efeitos negativos desse fator de estresse. Neste estudo, no quarto dia da condução do experimento, verificou-se que na presença de PEG 6000 as plantas das duas cultivares apresentaram menor taxa de CRA em comparação àquelas mantidas em água. Plantas controle mantiveram CRA acima de 70% e aquelas em presença de PEG 6000 tiveram taxa igual ou inferior a 65%.

Nesse contexto, Almeida *et al.* (2018) verificaram que plantas em campo de genótipos de *C. arabica* em estação de seca apresentaram respostas diferentes de CRA. Segundo os autores, em geral, genótipos com CRA igual ou inferior a 60% tiveram murcha foliar e aqueles com taxa superior a 60% não manifestaram sintomas. No entanto, nota-se que a resposta ao tratamento com PEG 6000 foi diferente entre as duas cultivares, as plantas de Obatã tiveram CRA de 57,1% (Figura 3A) e para aquelas de SH3 a taxa foi de 65,5% (Figura 3B). Estes resultados indicam que em condição de estresse hídrico, as plantas da cultivar SH3 foram capazes de preservar maior umidade em seus tecidos do que aquelas da cultivar Obatã.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

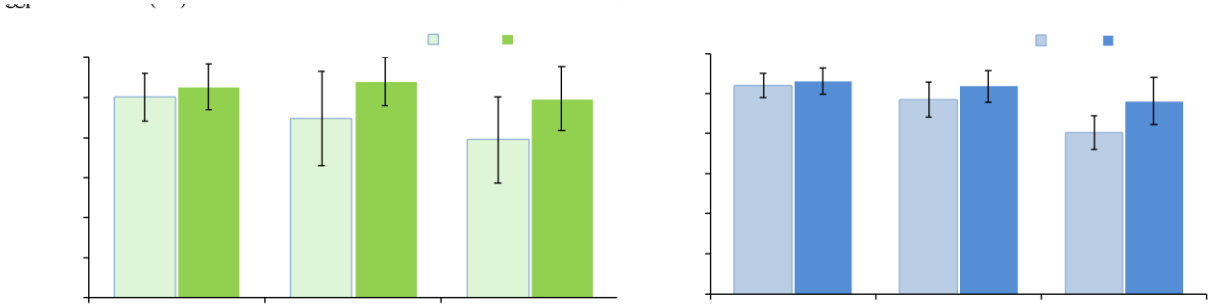
Figura 3 – Conteúdo relativo de água (CRA) em plantas das cultivares Obatã (A) e SH3 (B) de *C. arabica* após 4 dias de tratamento em solução de PEG 6000 de 0 e 80 g/L, mantidas em temperatura e iluminação naturais.



Fonte: Autores, 2024.

A Figura 4 apresenta dados da aferição da temperatura foliar das plantas das cultivares Obatã e SH3, medidos ao longo dos dias de aplicação dos tratamentos. As plantas das duas cultivares submetidas ao estresse hídrico, induzido pelo PEG 6000, apresentaram elevação da temperatura foliar em comparação ao tratamento controle. Plantas sob falta de água apresentam elevação da temperatura foliar em comparação às hidratadas (Souza *et al.*, 2011). Da radiação que chega à planta, parte é armazenada no processo fotossintético e outra parte é dissipada para manter o equilíbrio térmico dos tecidos, o que pode ocorrer por meio da transpiração. Assim, a planta sob falta de água passa a ter redução da transpiração, o que leva ao aumento da temperatura foliar.

Figura 4 – Avaliação da temperatura foliar de plantas de *C. arabica* das cultivares Obatã (A) e SH3 (B) após o início do tratamento com PEG 6000 em concentração 0 e 80 g/L, mantidas em temperatura e iluminação naturais.



Fonte: Autores, 2024.

Neste estudo, observou-se também que as duas cultivares tiveram padrão de resposta diferenciado, as plantas de Obatã em presença de PEG 6000 mostraram maior elevação de temperatura foliar em relação ao tratamento controle ao longo dos quatro dias (Figura 4A). Por outro lado, embora as plantas de SH3 também tenham tido redução da temperatura, esta foi de menor intensidade em comparação àquelas hidratadas (Figura 4B). Estes resultados sugerem que

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

as plantas da cultivar SH3 mantiveram mais constante a sua temperatura interna durante o tratamento de estresse hídrico, enquanto aquelas de Obatã mostraram-se mais instáveis.

Os resultados obtidos neste estudo indicam que o tratamento com 80 g/L de PEG 6000 causou situação de estresse hídrico para as plantas das cultivares Obatã e Catuaí SH3. No entanto, as respostas foram diferentes entre as cultivares, as plantas de Obatã foram mais afetadas pelo estresse hídrico enquanto aquelas da Catuaí SH3 se mantiveram mais estáveis, preservaram maior umidade em seus tecidos.

4 CONCLUSÃO

A cultivar Catuaí SH3 mostrou-se com maior tolerância ao estresse hídrico induzido pelo PEG 6000 que a cultivar Obatã. Esses resultados podem contribuir com estudos de melhoramento genético no desenvolvimento de cultivares de *C. arabica* mais tolerantes à seca, essenciais para garantir a sustentabilidade da cafeicultura.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) pela concessão da bolsa de Iniciação Científica (PIBIC), ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa Café pela concessão da bolsa de Treinamento em Técnicas de Laboratório e Campo na Cafeicultura/Capacitação Técnico Ensino e ao Laboratório de Fisiologia Vegetal do Centro de Biossistemas Agrícolas e Pós-Colheita do Instituto Agronômico de Campinas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. A. J.; LOPES, R. A., PRELA-PANTANO, A.; SILVAROLLA, B. M.; MISTRO, C. J. Análise morfofisiológica de plantas de *Coffea arabica* L. em períodos de seca e de precipitação. **Agrometeoros**, v. 26, n. 1, p. 173-180, jul. 2018.

CAMPOS, A. J. DE M.; SANTOS, S. M.; NACARATH, I. R. F. F. Water stress in plants: a review. **Res Soc Dev**, v. 10, n. 15, p. 1-7, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i15.23155.

CANAL-DAZA, D.; ANDRADE-CASTAÑEDA, H. Adaptation to climate change in coffee production systems in Tolima. **Floram**, v. 26, n. 3, p. 1-8, 2019. https://doi.org/10.1590/2179-8087.116517

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira. Café. **Safra**, v. 11, n. 1, p. 1-46, 2024. https://www.conab.gov.br/info-gro/safras/cafe/boletimda-safra-de-cafe

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Impactos do aquecimento global de 1,5 °C nos sistemas naturais e humanos. *In:* **Relatório especial sobre o aquecimento global 1,5 °C**.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

2018. Disponível em:https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/ciencia_do_clima/painel_intergovernamental_sobre_mudanca_do_clima.html

JAMAUX, I.; STEINMETZ, A.; BELHASSEN, E. Looking for molecular and physiological markers of osmotic adjustment in sunflower. **New Phytol**, v. 137, p. 117-127, apr-jun, 1997. DOI: https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.1997.00817.x

OGASAWARA, G. A. **Variabilidade de diterpenos e estresse hídrico em *Coffea* spp**. 2015. 60 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2015.

PES, L. Z.; ARENHARDT, M. H. **Fisiologia vegetal**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, Rede e-Tec Brasil, 2015. 81 p.

PHAM, Y.; REARDON-SMIT, K.; MUSHTAQ, S.; COCKFIELD, G. The impact of climate change and variability on coffee production: a systematic review. **Clima Change**, v. 156, p. 609–630, sep, 2019. DOI: 10.1007/s10584-019-02538-y.

RONCHI, C. P.; ARAÚJO, F. C. DE.; ALMEIDA, W. L. DE.; SILVA, M. A. A. DA.; MAGALHÃES, C. E. DE O.; OLIVEIRA, L. B. DE.; DRUMOND, L. C. D. Respostas ecofisiológicas de cafeeiros submetidos ao déficit hídrico para concentração da florada no Cerrado de Minas Gerais. **Pesq Agrop bras**, v. 50, n. 1, p. 24–32, jan, 2015. https://doi.org/10.1590/S0100-204X2015000100003

SOUSA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO-FILHO, M. A. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 771 p. https://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00061500.pdf

TORRES, G. A. L.; CAMPOS, C. N.; SALOMON, M. V.; PANTANO, A. P.; ALMEIDA, J. A. S. *Coffea arabica* L: **History, phenology and climatic aptitude of the state of São Paulo, Brazil**. Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v. 88, e00602020, 2021. https://doi.org/10.1590/1808-1657000602020

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

CAPÍTULO 3

ENVELHECIMENTO DE EMBRIÕES DE SEMENTES DE *Ziziphus joazeiro* Mart E PROCESSO DE GERMINAÇÃO, EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS

Matheus Ribeiro Santana
Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

José Aliçandro Bezerra da Silva
Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

Anderson da Silva Santos
Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

Ana Vitória Freire Neves
Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

Diego Ariel Meloni
Universidade Nacional de Santiago Del Estero

Giovani Evangelista Santos
Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

João Henrique Rodrigues Sá
Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

Erica Heloise Freitas Santos
Universidade Federal da Bahia, Brasil

Jocelma Maria da Silva
Universidade Federal do Vale do São Francisco, Brasil

Marcelo da Silva Martins
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil

DOI: 10.52832/wed.100.601

RESUMO

No Nordeste do Brasil, na região do Vale do São Francisco encontra-se o bioma Caatinga, considerado exclusivamente brasileiro, que atualmente apresenta necessidades extremas de implantação de medidas de preservação. Esse bioma atualmente está ameaçado de redução drástica da sua biodiversidade devido às atividades agropecuárias, que podem causar redução significativa de sua base genética. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o envelhecimento e a capacidade de germinação de embrião em sementes de Juazeiro. Os experimentos foram conduzidos em um viveiro, localizado no Campus da Universidade Federal do Vale do São Francisco, cidade de Juazeiro - BA. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, avaliando dois ciclos de germinação para sementes de Juazeiro, com posterior análise da emergência e crescimento inicial de plântulas. Para cada tratamento foram utilizadas quatro repetições, com trinta sementes cada, totalizando cento e vinte unidades amostrais. Após a semeadura, foram feitas as seguintes determinações: índice velocidade de emergência das plântulas, tempo médio de germinação e velocidade média de germinação, diâmetro do caule, número de folhas, altura da planta, índices de clorofila a e b, massa fresca e massa seca. As sementes de Juazeiro conservaram a viabilidade para germinação. Mesmo após um período de um ano de armazenamento. O aumento da idade das sementes promoveu uma redução na formação de estruturas morfológicas das plantas.

Palavras-chave: Bioma Caatinga. Flora Nativa. Preservação.

1 INTRODUÇÃO

A Caatinga, embora seja uma região de clima semiárido, é rica em biodiversidade, abrigando plantas adaptadas ao clima seco com baixa pluviosidade e elevada radiação e temperatura. O juazeiro (*Ziziphus joazeiro Mart.*), da família Rhamnaceae, é uma espécie encontrada na região de caatinga, mantendo-se verde durante a estação seca e servindo como fonte de alimento para animais. Pode atingir 16 m de altura, oferecendo sombra ampla em sua copa (Oliveira de Lucena, *et al.*, 2017).

A espécie apresenta sementes com endocarpo duro e resistente, evidenciando dificuldades no que se refere à produção de mudas em programas de reflorestamento (Barbosa *et al.*, 2018). Essa resistência é comumente associada à dormência tegumentar impermeáveis (que dificulta a absorção de água pela semente). Dentre os diversos métodos de quebra de dormência em sementes, a escarificação química, utilizando ácidos fortes como o ácido sulfúrico (H_2SO_4), é amplamente utilizada em espécies florestais (Costa *et al.*, 2017), desgastando a camada hidrofóbica do tegumento, facilitando assim a permeabilidade (Molizane, 2012).

Considerando as implicações do processo de germinação e poucos estudos em relação ao tempo de viabilidade do embrião de sementes de Juazeiro, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o envelhecimento e a capacidade de germinação de em sementes de Juazeiro. Associado ao estudo também foi analisada a formação morfológica inicial de plântulas.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no viveiro da Universidade Federal do Vale do São Francisco, localizado em Juazeiro – BA, empregando sementes de juazeiro coletadas em Ibimirim, Pernambuco, em 30/04/2018. Cada tratamento foi replicado quatro vezes, com trinta sementes em cada repetição, totalizando 120 unidades amostrais por tratamento. A avaliação da emergência das plântulas ocorreu durante dois ciclos de cultivo, entre março e maio de 2019 e entre maio e julho de 2019.

O substrato utilizado para a germinação consistiu em uma mistura de Latossolo, areia e húmus de minhoca na proporção de 2:1:1, disposto em sacos de mudas suspensos no viveiro. Antes do plantio, as sementes foram submetidas à escarificação conforme as técnicas recomendadas para cada espécie. Para o juazeiro, foi empregado o método químico descrito por Alves *et al.* (2006), envolvendo a imersão das sementes em ácido sulfúrico por 120 minutos.

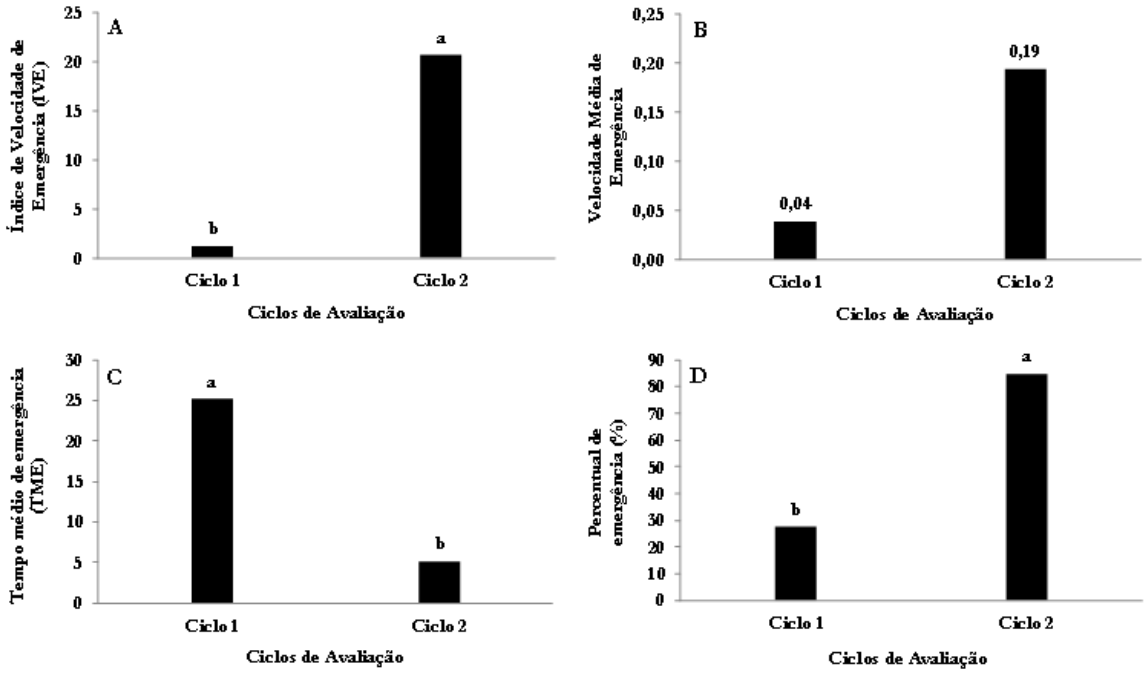
As variáveis avaliadas englobaram o diâmetro do caule (mm), número de folhas, número de ramos, altura da planta (cm), índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (t), porcentagem de emergência (G), velocidade média de emergência (VMG), frequência relativa de emergência (Fr) e índice de clorofila. Os dados obtidos foram ajustados e analisados por meio do teste de Tukey com nível de significância de 5%, utilizando o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros de germinação do juazeiro, incluindo Índice de Velocidade de Germinação, Velocidade Média de Emergência, Percentual de Germinação e Tempo Médio de Germinação, foram significativamente afetados pelo intervalo entre o armazenamento e o plantio das sementes. A análise da Figura 1 revelou que as sementes do segundo ciclo apresentaram um melhor desempenho na emergência das plântulas, sugerindo que um período de envelhecimento de 2 meses pode aprimorar alguns parâmetros. Isso é corroborado por Almeida (2018), que observou variações na capacidade de germinação das sementes de feijão-caupi ao longo do tempo de armazenamento, destacando melhores resultados após um ano a oito anos de armazenamento. A Figura 1 mostra os resultados obtidos para os parâmetros relacionados à emergência das plântulas, considerando dois ciclos de cultivo distintos: Ciclo 1 - de 8 de março a 8 de maio de 2019, e Ciclo 2 - de 18 de maio a 18 de julho de 2019.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Figura 1 - Resultados do Índice de Velocidade de Emergência (A), Velocidade Média de Emergência (B), Tempo médio de Emergência (C) e Percentual de Emergência (D).



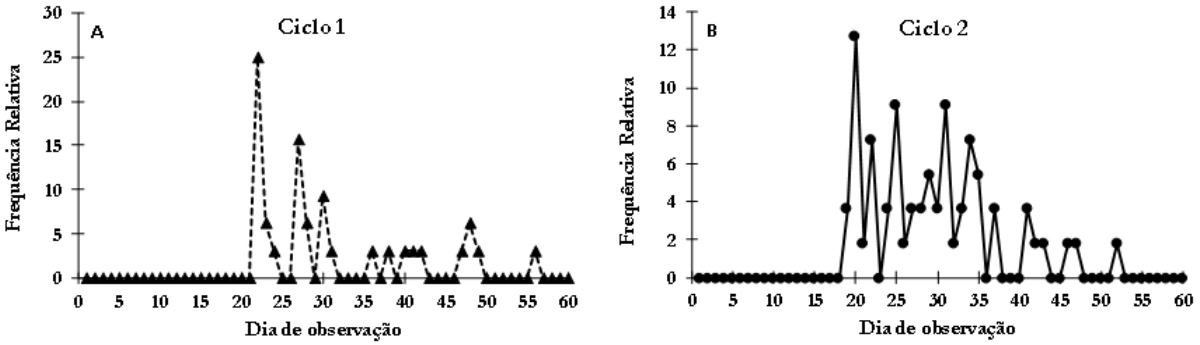
Fonte: Autores, 2024.

A análise da frequência relativa (Figura 2A e 2B) indicou que as sementes de Juazeiro do Ciclo 1 germinaram a partir do 21° dia após a semeadura, estendendo-se até o 56° dia. Já as sementes do Ciclo 2 iniciaram a emergência a partir do 18° dia de semeadura, persistindo quase até o fim do período de dois meses, de forma similar ao Ciclo 1 (Figura 2A e 2B).

Silva e*t al.* (2023) também encontrou resultados semelhantes em seu estudo sobre a emergência de plântulas de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (Petiveriaceae) em função do substrato e das condições de armazenamento das sementes nos períodos de 45, 60, 90, 120 e 365 dias, tendo melhor resultado no armazenamento de 120 dias. O aumento gradual da taxa de emergência durante o armazenamento pode sugerir que as sementes coletadas recentemente possivelmente não estavam completamente maduras fisiologicamente (Scalon *et al.*, 2006) ou também é possível que tenham ocorrido mudanças anatômicas e/ou químicas na superfície do diásporo ao longo do tempo, favorecendo assim a emergência das sementes (Müller *et al.*, 2020).

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

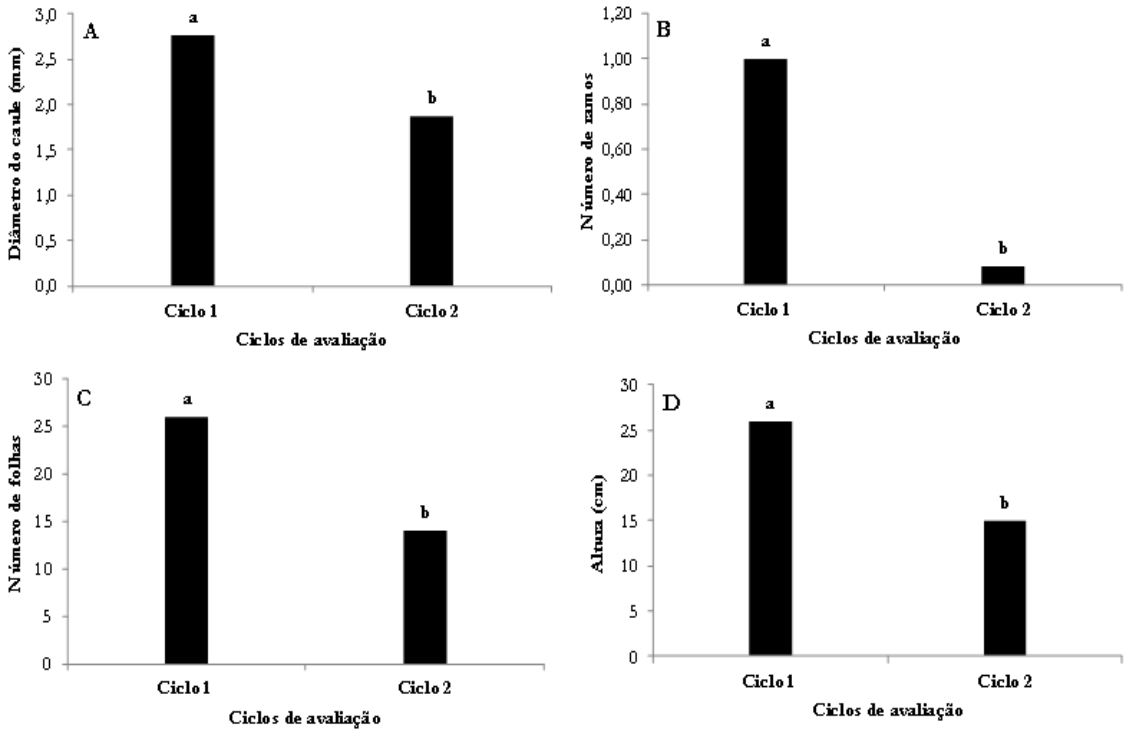
Figura 2 - Resultados da frequência relativa de emergência das plântulas de juazeiro, avaliando dois ciclos de cultivo: Ciclo 1 - de 8 de março a 8 de maio de 2019 e Ciclo 2 - dia 18 de maio a 18 de julho de 2019.



Fonte: Autores, 2024.

Os dados analisados revelaram diferenças estatisticamente significativas no diâmetro do caule (Figura 3 A), no número de ramos e folhas (Figura 3 C) e na altura das plântulas (Figura 3 D) ao ser aplicado o teste de Tukey com um nível de significância de 5%. Essas diferenças foram observadas entre os ciclos de cultivo, conforme ilustrado nos gráficos abaixo da Figura 3.

Figura 3 – Análise morfológica para a espécie Juazeiro, referente a diâmetro do caule (A), altura dos ramos (B) e número de folhas (C) e altura (D). Foram analisados dois ciclos de cultivo: Ciclo 1 - de 8 de março a 8 de maio e Ciclo 2 - dia 18 de Maio a 18 de Julho de 2019.



Fonte: Autores, 2024.

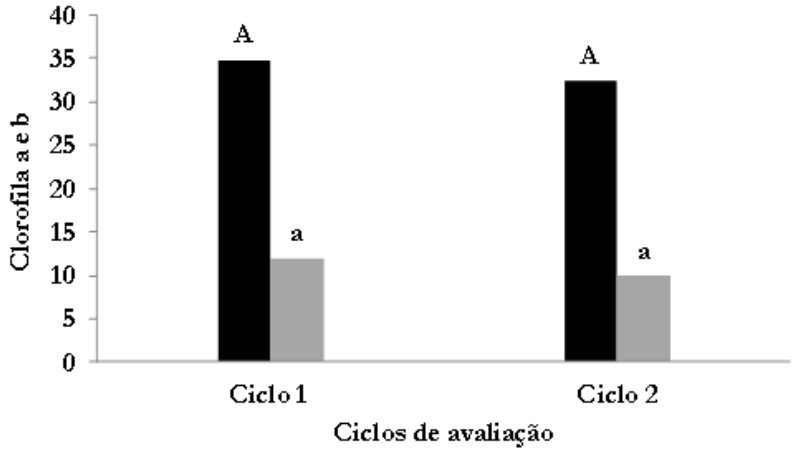
DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Os resultados indicam que o crescimento das plântulas de juazeiro é afetado pelo envelhecimento das sementes, influenciando tanto a emergência quanto o subsequente desenvolvimento. Uma alta taxa de emergência não garante um crescimento vigoroso, possivelmente devido à deterioração do vigor das sementes durante o armazenamento. O vigor desempenha um papel essencial na determinação do crescimento das plântulas, já que sementes vigorosas tendem a produzir plântulas com crescimento mais rápido devido à melhor utilização das reservas armazenadas e maior incorporação pelo eixo embrionário (Guedes *et al.*, 2015).

Apesar de uma alta taxa de germinação, o tempo de armazenamento pode comprometer o vigor das sementes devido à degradação metabólica e perda gradual de viabilidade, prejudicando sua capacidade de utilizar eficientemente as reservas durante a germinação e o crescimento inicial das plântulas. Portanto, sementes armazenadas por longos períodos podem germinar bem, mas produzir plântulas com crescimento mais lento e menor vigor em comparação com sementes frescas ou armazenadas por um período mais curto (Oliveira Júnior, 2021).

A Figura 4 demonstra os valores de clorofila a e b, revelando que não houve alteração significativa no índice de clorofila ao comparar cada pigmento isoladamente nos dois ciclos avaliados. Isso indica que a idade das sementes não influenciou a biossíntese e acumulação desses pigmentos nas folhas.

Figura 4 - Resultados encontrados para análise do índice de clorofila para a espécie juazeiro. Foram analisados dois ciclos de cultivo: Ciclo 1 - de 8 de março a 8 de maio de 2019 e Ciclo 2 - dia 18 de maio a 18 de julho de 2019.

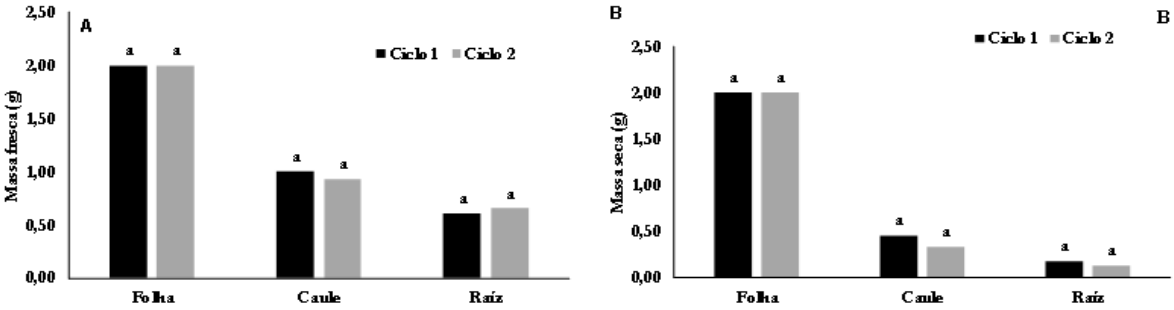


Fonte: Autores, 2024.

Também não houve diferenças significativa**s** quanto ao acúmulo de biomassa massa fresca e seca (Figura 5) durante os ciclos de cultivo de plantas de juazeiro.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Figura 5 - Resultados encontrados de massa fresca e seca para plântulas de juazeiro, analisados dois ciclos de cultivo: Ciclo 1 - de 8 de março a 8 de maio de 2019 e Ciclo 2 - dia 18 de maio a 18 de julho de 2019.



Fonte: Autores, 2024.

4 CONCLUSÃO

As sementes de Juazeiro mantiveram sua capacidade de germinação mesmo após um ano de armazenamento, porém, observou-se que o envelhecimento das sementes resultou em uma diminuição na formação de estruturas morfológicas das plantas. O processo de escarificação das sementes foi eficaz para quebrar a dormência, garantindo assim sua viabilidade e potencial germinativo.

Agradecimentos

Os autores expressam sinceros agradecimentos à Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf), pela disponibilização dos laboratórios e áreas. E ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico e Científico (CNPq).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Francisco das Chagas Silva. **Atributos fisiológicos de sementes de cultivares de feijão-caupi após armazenamento em câmara Fria**. 2018. 40 f. Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2018.

BARBOSA, Arthur Ribeiro. **Avaliação de Métodos de Superação de Dormência em sementes de Ziziphus joazeiro Mart**. 2018. 38 f. Monografia (Graduação) - Universidade Federal de Campina Grande, SUMÉ, PB, 2018.

COSTA, Claudio Hideo Martins da.; DIARIS, Klécius Bandeira.; GUIMARÃES, Tiara Moraes. Métodos de escarificação para superação de dormência de sementes de Jatobá. **Revista científica eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 30, p. 1-9, 2017.

GUEDES, Roberta Sales *et al.* Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Semina**: **Ciências Agrárias**,

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

v. 36, n. 4, p. 2373-2381, 13 ago. 2015. Disponível em: https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n4p2373. Acesso em: 9 abr. 2024.

MOLIZANE, Debora Manzano. **Estabelecimento e superação de dormência em sementes de Erythrina speciosa Andrews**. 2012b. 77 p. Universidade Estadual Paulista (UNESP), [s. l.], 2012b. Disponível em: http://hdl.handle.net/11449/92109. Acesso em: 9 abr. 2024.

MÜLLER, Evelin Maria *et al.* Anatomia e fisiologia de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. submetidas ao armazenamento. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 3, p. 644-657, 1 set. 2020. Disponível em: https://doi.org/10.5902/1980509824540. Acesso em: 9 abr. 2024.

OLIVEIRA DE LUCENA, Edjane *et al.* Biometria e qualidade fisiológica de sementes de juazeiro (*Ziziphus Joazeiro* Mart.) de diferentes matrizes do semiárido paraibano. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, n. 4, p. 275-280, 13 dez. 2017. Disponível em:https://doi.org/10.30969/acsa.v13i4.897. Acesso em: 9 abr. 2024.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. L. **Perfis bioquímico e fisiológico da maturação, longevidade e germinabilidade de sementes de aroeira-vermelha** (**Schinus terebinthifolia Raddi.**). 2021. 131 p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal da Bahia, BA, 2021.

SCALON, S. de P. Q. e*t al.* Armazenamento e tratamento pré-germinativos em sementes de jacarandá (*Jacaranda cuspidifolia* Mart.). **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 179-185, abr. 2006. Disponível em: https://doi.org/10.1590/s0100-67622006000200004. Acesso em: 9 abr. 2024.

SILVA, P. da *et al.* Emergência de plântulas de *Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (Petiveriaceae) em função do substrato e das condições de armazenamento das sementes. **Paubrasilia**, v. 6, n. 0112, p. 1-8, 20 out. 2023. Disponível em: https://doi.org/10.33447/paubrasilia.2023.0112. Acesso em: 9 abr. 2024.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

CAPÍTULO 4

INTERFERÊNCIA DE *Schinus terebinthifolia* Raddi EM PARÂMETROS DE GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE *Raphanus sativum* L.

Schirley Costalonga
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo (IEMA);
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Maria do Carmo P.
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

Sávio Cabral Lopes de Lima
Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

DOI: 10.52832/wed.100.602

RESUMO

Considerada uma das espécies invasoras mais danosas mundialmente, *Schinus terebinthifolia* Raddi é espécie-chave na restauração de restingas; entretanto, para garantir que seu comportamento oportunista não afete tal processo, devem-se utilizar genótipos que não prejudiquem o estabelecimento das espécies nativas. Assim, este trabalho avaliou as propriedades alelopáticas dos genótipos BAAr-5, BAAr-8, BAAr-18, BAAr-23 e BAAr–28 de *S. terebinthifolia* Raddi, utilizando *Raphanus sativum*. Sementes do organismo-teste germinaram em água deionizada ou em 10, 50 e 100% dos extratos, sendo mensurados os índices de germinação (IG), de velocidade de germinação (IVG) e de vigor da germinação (VGI), tempo médio de germinação (TMG), índice de atividade (GV), e crescimento radicular médio (CRM). Parâmetros de germinabilidade reduziram nas três concentrações de BAAr–28 e 50 e 100% dos demais extratos; entretanto, 10% de BAAr–5, BAAr–8 e BAAr–18 aceleraram TMG para protrusão radicular, cujo tamanho foi reduzido em 50 e 100% de BAAr-5 e BAAr–8, tendo aumentado em 10% de BAAr–8, BAAr–18, BAAr-23 e BAAr-28. Considerando que baixas concentrações do genótipo BAAr-18 estimulou desenvolvimento do organismo-teste, seu uso em restauração de restingas pode ser bem-sucedido.

Palavras-chave: Alelopatia. Aroeira. Ecofisiologia. Restauração de restingas.

1 INTRODUÇÃO

A intervenção humana sobre a natureza ameaça a biodiversidade e destrói serviços ecossistêmicos dos quais o homem depende; neste cenário a restauração ambiental assume ativo protagonismo, objetivando o retorno da resiliência e saúde dos ecossistemas degradados, tornando-os capazes de manter a biodiversidade (Gann, 2019; BRASIL, 2021). Todavia, restaurar vai além do plantio de espécies nativas, sendo necessárias abordagens que auxiliem os processos de sucessão ecológica (FAO; UICN; CGE; SER, 2021), especialmente em restingas, cujas condições adversas é um desafio; nestes locais, a seleção de espécies de alta tolerância e rusticidade, mas que não prejudiquem estabelecimento de outras espécies na área (Brasil, 2021).

Espécie-chave na restauração de ecossistemas costeiros, *Schinus terebinthifolia* Raddi, conhecida como aroeira ou pimenta rosa, é objeto de programas de melhoramento por sua importância econômica como medicinal e pelo apreço de seus frutos na culinária (Neves *et al*., 2016; Bitencourt *et al*., 2021); entretanto, esta é considerada uma das piores espécies invasoras do mundo e degradam diversos ecossistemas (Martin *et al*., 2020). É fundamental, portanto, considerar seu comportamento oportunista na seleção de genótipos para uso na restauração, reduzindo a competitividade.

Diante disso, o presente trabalho objetivou a análise das propriedades alelopáticas de extratos etanólicos dos frutos de cinco genótipos de *S. terebinthifolia* Raddi sobre o organismos-teste *Raphanus sativum*, a fim de fornecer dados relevantes no aprimoramento de seu uso na restauração de restingas.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Genética de Plantas e Toxicológica da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES); frutos de cinco genótipos de *S. terebinthifolia* Raddi foram cedidos pelo Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural (INCAPER) e utilizados para a confecção dos extratos etanólicos por Sávio Cabral L. Lima, e constituem o banco de extratos do laboratório.

2.1 Determinação das Concentrações e do pH dos Extratos

Foi estabelecida a quantidade de 5mg/mL (v/v) para a concentração de 100% dos extratos dos frutos dos genótipos BAAr - 5, BAAr - 8, BAAr - 18, BAAR - 23 e BAAr – 28 de *S. terebinthifolia* Raddi, a partir da qual foram feitas diluições com água deionizada (Dinâmica® - lote nº 126563) de 50% e 10%. O pH das concentrações testadas foi determinado por phmetro portátil KASVI – modelo K39-0014P.

2.2 Avaliação da Atividade Alelopática dos Extratos

O potencial alelopático dos extratos foi avaliado utilizando o organismo-teste *R. sativus*, cujas sementes foram obtidas de fonte comercial e selecionadas pelo mesmo lote (cultivar Crimson Gigante, lote nº 0010102035008013), sendo - entretanto - não-clonais; estas foram submetidas à germinação em 5mL de água deionizada (controle negativo – CN) ou nas concentrações de 10, 50 e 100% dos extratos, totalizando 16 tratamentos por genótipo, cada um feito em triplicata.

A cada vinte e quatro horas, contados a partir da semeadura até a estabilização da germinação (dez dias), foram mensurados o número de sementes germinadas (com protusão radicular mínima de 2 mm) e o comprimento das radículas emitidas, aferido com paquímetro digital, modelo GT280. Ademais, foram avaliados os seguintes parâmetros de germinabilidade:

- Índice de germinação (IG) - relação entre o n.º de sementes submetidas à germinação e o nº de sementes que efetivamente apresentaram extensão da radícula. Expresso em %.
- Índice de velocidade de germinação: IVG = ∑ (ni/ti), onde: ni = nº de sementes que germinaram no tempo i; ti = tempo após instalação do teste; i = 1-10 dias.
- Tempo médio de germinação: TMG = (∑ni*ti)/∑ni, onde: ni = nº de sementes que germinaram no tempo i; ti = tempo após instalação do teste; i = 1-10 dias.
- Velocidade média de germinação: VMG = 1/t, onde: t = tempo médio de germinação.
- Índice de Atividade: GV = IG*TR, onde: IG = índice de germinação; TR = tamanho da radícula.
- Índice de Vigor de germinação: VGI = (n/N)*100, onde: n = maior TGD; N = n° sementes testadas.
- Crescimento radicular médio: CRM = (∑ Cmi)/t, onde: Cmi = comprimento médio no dia i; t = tempo total do experimento; i = 1-10 dias.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC), com dados não-paramétricos e amostragem probabilística, com dados submetidos à ANOVA e pós-teste de comparação de médias Tukey a 5% de probabilidade, usando o software Past3.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor de 6,03 para o pH da água deionizada utilizada no experimento está dentro do intervalo considerado adequado por Brasil (2009), ou seja, entre 6,0 e 7,5; valores de pH dos extratos (entre 4,10 e 5,30) também são ideais pois, segundo Silveira e outros (2012), pH abaixo de 4,0 e superior a 10 consistem em empecilho ao desenvolvimento da plântula.

Tabela 1 - Índices de Germinação (IG) e de Velocidade de Germinação (IVG) para sementes de *R. sativum* submetidas ao tratamento com controle negativo (CN) ou as concentrações de 10, 50 e 100% dos extratos de frutos dos genótipos BAAr – 5, BAAr – 8, BAAr – 18, BAAr – 23 e BAAr - 28 de *S. terebinthifolia* Raddi, bem como seus valores de pH. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Extrato	Concentração (%)	pH	Sementes germinadas	IG (%)	IVG
CN	-	6,03	82	91,11 a	23,53 a
Genótipo BAAr - 5	10	4,63	85	94,44 a	19,61 a
	50	4,24	44	48,89 b	8,00 b
	100	4,10	3	3,33 c	0,36 c
Genótipo BAAr - 8	10	4,94	87	96,67 a	18,47 b
	50	4,51	5	5,56 b	0,72 c
	100	4,37	1	1,11 b	0,08 c
Genótipo BAAr - 18	10	4,80	84	93,33 a	15,64 b
	50	4,53	20	22,22 b	2,58 c
	100	4,39	0	0,00 c	0,00 d
Genótipo BAAr - 23	10	5,30	67	74,44 b	15,67 a
	50	4,60	0	0,00 c	0,00 c
	100	5,03	38	42,22 b	5,56 b
Genótipo BAAr - 28	10	4,80	74	82,22 a	15,14 b
	50	4,52	69	76,67 a	12,78 b
	100	4,43	0	0,00 b	0 c

Fonte: Autores, 2024.

A capacidade de germinação foi superior à obtida no tratamento controle quando empregada a concentração de 10% de BAAr – 5, BAAr – 8 e BAAr - 18, enquanto as concentrações de 50 e 100% reduziram significativamente, tanto o IG quanto o IVG; para BAAr – 18 e BAAr – 28 na concentração máxima e 50% de BAAr – 23, a inibição da germinação foi completa, evidenciando, portanto, que o acúmulo de metabólitos nas maiores concentrações impediu a emissão radicular. Segundo Uhlmann, Oliveira e Santos (2018), há uma sincronia entre aumento

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

dos metabólitos e seus efeitos sobre o desenvolvimento do organismo receptor, corroborando o importante papel da alelopatia nas interações ecológicas das plantas, resultado de milhares de anos de aperfeiçoamento evolutivo dos mecanismos de defesa e competição vegetal.

A análise do tempo médio de germinação (Tabela 2) em conjunto com o IG e velocidade média de germinação é essencial para o completo entendimento do processo.

O TMG foi retardado significativamente nas concentrações de 10% do extrato de BAAr – 5, BAAr – 8 e BAAr – 18, resultado oposto ao IG (Tabela 1). A redução apresentada quando do tratamento com 100% do genótipo BAAr – 5, bem como 50 e 100% do genótipo BAAr – 8 pode induzir a impressão de encurtamento do tempo necessário à germinação, mas esse é um resultado "falso-positivo", tendo em vista que apenas três sementes germinaram.

Tabela 2 – Tempo médio de Germinação (TMG), Velocidade Média de Germinação (VMG), Índice de Atividade (GV) e Índice de Vigor de Germinação (VGI) para sementes de *R. sativum* submetidas ao tratamento com controle negativo (CN) ou as concentrações de 10, 50 e 100% dos extratos de frutos dos genótipos BAAr – 5, BAAr – 8, BAAr – 18, BAAr – 23 e BAAr - 28 de *S. terebinthifolia* Raddi, bem como seus valores de pH. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Extrato	Concentração (%)	TMG	VMG	GV	VGI
CN	-	1,58 a	O,64 a	22,06 a	24,69 a
Genótipo BAAr - 5	10	3,52 b	0,44 a	22,74 b	16,87 b
	50	2,09 a	0,45 a	8,38 c	9,88 b
	100	0,27 c	3,64 b	0,15 d	0,82 c
Genótipo BAAr - 8	10	3,88 b	0,26 a	31,16 b	20,58 a
	50	0,32 c	3,17 a	0,38 c	2,06 b
	100	0,1 c	10,5 b	0,00 c	0,41 b
Genótipo BAAr - 18	10	3,87 b	0,26 a	18,2 b	28,81 a
	50	1,37 c	0,73 c	2,79 c	4,94 b
	100	0,00 d	0,00 d	0,00 d	0,00 c
Genótipo BAAr - 23	10	2,8 a	0,36 a	14,49 b	13,17 b
	50	0,00 b	0,00 a	0,00 d	0,00 c
	100	2,84 a	0,35 b	4,98 c	6,58 b
Genótipo BAAr - 28	10	3,45 a	0,29 b	15,92 b	15,64 b
	50	3,57 a	0,31 b	9,64 c	13,58 b
	100	0,00 b	0,00 c	0,00 d	0,00 c

Fonte: Autores, 2024.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

O tempo despendido para a germinação afeta diretamente a sobrevivência e desenvolvimento da plântula, uma vez que, quanto maior o TMG, maior a suscetibilidade da muda a fatores estressores do meio e menos competitiva ela será (Formigheiri *et al*., 2018).

Os genótipos BAAr – 5 e BAAr – 23 não modificaram significativamente a VMG, em que pese a redução na germinação, enquanto BAAr – 28 aceleraram o processo. Em relação ao genótipo BAAr – 18 e 100% do genótipo BAAr – 8, a elevação na velocidade média é semelhante ao ocorrido no TMG, onde o número baixo de sementes germinadas pode mascarar o resultado.

Exceto pelos tratamentos com 10% dos genótipos BAAr – 5 e BAAr – 8, as demais concentrações e os outros extratos reduziram significativamente o índice de atividade das sementes, ratificando a baixa ocorrência de germinação.

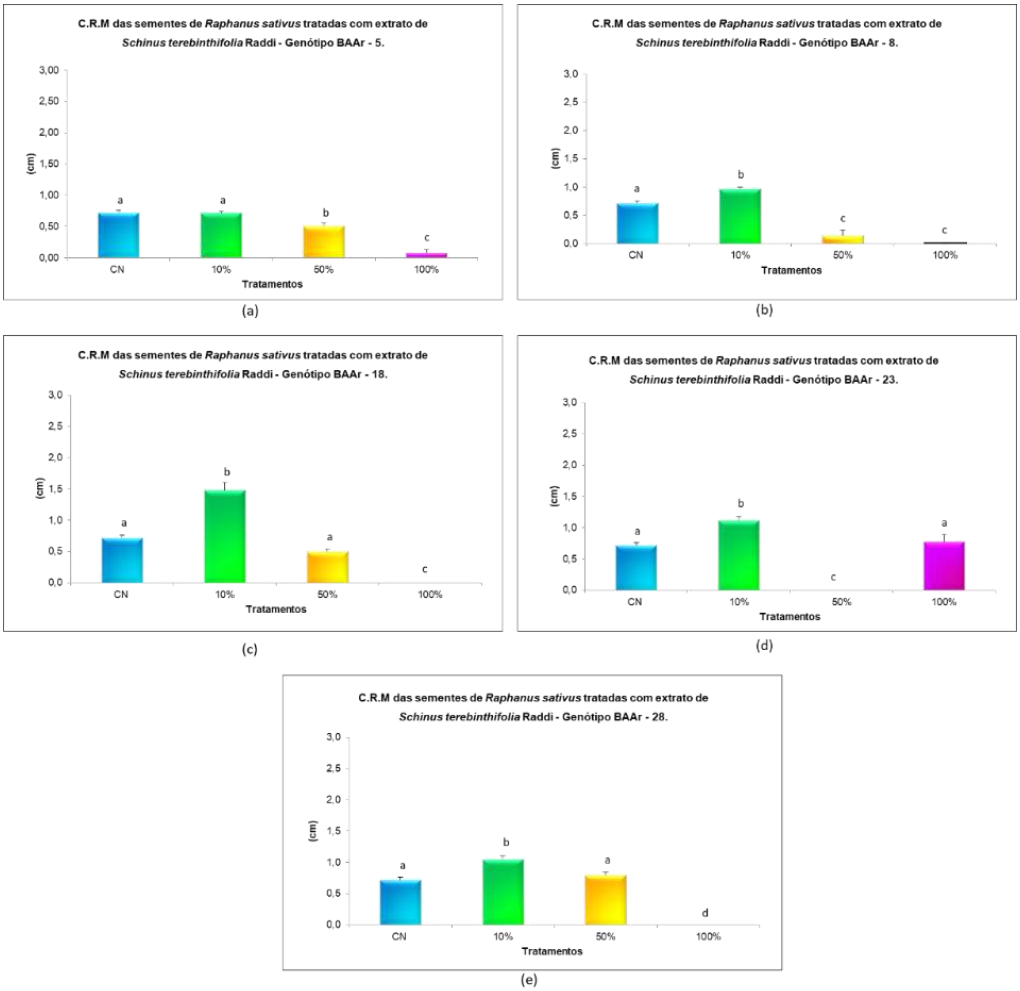
Da mesma forma, a queda significativa no índice de vigor de germinação nas três concentrações de BAAr – 5, BAAr – 23 e BAAr - 28, bem como 50 e 100% dos extratos BAAr – 8 ocorreu em uma relação concentração-dependente e espelham a redução do IG; por sua vez, o extrato BAAr – 18 a 50% também reduziu o VGI.

Semelhante aos achados de Formigheiri *et al.* (2018) ao estudarem o exsudato radicular de *Ambrosia artemisiifolia* em sementes de *Zea mays*, a redução observada no VGI em BAAr - 5 a 10% não refletiu o aumento no IG. Segundo Marcos-Filho (2015), isso se deve ao fato de alterações no vigor das sementes precedem a protrusão radicular de fato, o que torna sua mensuração mais adequada para expressar interferências no processo germinativo do que o índice de germinação.

A análise crescimento radicular médio (CRM) está na Figura 1 e reflete aspectos relativos ao desenvolvimento inicial e demonstra que, além da redução na germinação, as concentrações de 50 e 100% do genótipo BAAr – 5 também diminuíram o tamanho das radículas. Da mesma forma, o aumento do IG em 10% de BAAr -8, BAAr – 18 e BAAr – 28 foi corroborado com aumento no comprimento radicular, determinante ao rápido estabelecimento das plântulas em campo.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Figura 1 – Crescimento Radicular Médio (CRM) das sementes de *R. sativus* submetidas ao tratamento com controle negativo (CN) e concentrações de 10, 50 e 100% dos extratos de frutos de *S. terebinthifolia* Raddi, onde **(a) -** Genótipo BAAr - 5; **(b) -** Genótipo BAAr – 8; **(c) –** Genótipo BAAr – 18; **(d) -** Genótipo BAAr – 23; e **(e) -** Genótipo BAAr – 28. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



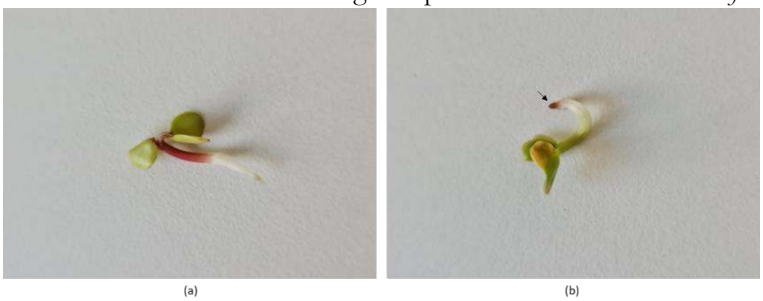
Fonte: Autores, 2024.

Em seus estudos com dicromato de potássio sobre *Lactuca sativa*, Silva e Mattiolo (*apud* Peduto; Jesus; Kohatsu, 2019) também encontraram interferências no crescimento radicular sem reflexo na germinação.

Outro aspecto importante diz respeito ao escurecimento da região meristemática nas sementes tratadas com as concentrações de 50% de BAAr – 5 e 50 e 100% de BAAr – 8, indicando comprometimento da região meristemática, o que se explica a redução no comprimento deste órgão fundamental para as plantas, especialmente na fase de estabelecimento (Figura 2).

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Figura 2 – Radículas de *R. sativus* submetidas (a) – Controle Negativo e (b) - com pontas escurecidas (seta), resultante do tratamento com 100% do extrato do genótipo BAAr – 8 de *S. terebinthifolia* Raddi.



Fonte: Autores, 2024.

As alterações registradas nas radículas de *R. sativum* resultam da ação tóxica de metabólitos secundários sobre o meristema, podendo induzir à produção de espécies reativas de oxigênio (EROS), que modifica a coloração radicular e evolui para a morte tecidual (Frota *et al.*, 2019; Yamagushi; Gusman; Vestena, 2011). Estudos fitoquímicos recentes com folhas e frutos de *S. terebinthifolia* Raddi comprovam a presença de terpenos e compostos fenólicos como flavonoides, taninos e cumarinas, classes de metabólitos capazes de tais alterações (Lima *et al.*, 2022; Bitencourt *et al.*, 2021), taninos e flavonoides podem reduzir a proliferação celular, se ligando à complexos proteicos e afetando o crescimento do organismo, enquanto terpenos são capazes de lesionar tecidos vegetais por necrose (Simões *et al.*, 2017).

4 CONCLUSÃO

Na restauração, o aspecto alelopático é frequentemente negligenciado na seleção de espécies sob justificativa de que as mudas utilizadas já estão desenvolvidas; no entanto, para garantir que o ecossistema seja autossustentável, as espécies devem ser capazes de se estabelecer e manter uma população viável, o que, em grande parte dos projetos, não ocorre, prolongando a necessidade de intervenções. Em restingas, a sobrevivência das espécies é desafiada pelas adversidades características desse ecossistema e a seleção de genótipos menos agressivos de *S. terebinthifolia* Raddi, especialmente no tocante ao desenvolvimento inicial, pode acelerar o retorno da resiliência.

De acordo com os dados obtidos no presente estudo e, considerando o fato de que todos os extratos afetaram de alguma forma aspectos da germinação e do desenvolvimento inicial de *R. sativum*, o genótipo BAAR - 18 foi, em baixas concentrações, o que exerceu menos efeitos negativos, além de aumentar o tamanho das radículas. O contrário pode ser dito para o genótipo BAAr – 5, uma vez que este afetou negativamente quase todos os parâmetros investigados e, portanto, é contraindicado na recuperação desse ecossistema.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

REFERÊNCIAS

BITENCOURT, G. de A.; Gonçalves, C. C. M.; ROSA, A. G.; ZANELLA, D. de F. P.; MATIAS, R. Phytochemistry and Allelopathy of Aroeira Vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi) in Seed Germination. **Ensaios e Ciência**, v. 25, n. 1, p. 2-8, 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente**. Guia de Restauração Ecológica para Gestores de Unidades de Conservação.** 1ª ed. Brasília, DF: Acará Estúdio Gráfico, 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009.

FAO.; UICN.; CGE.; SER. **Principles for ecosystem restoration to guide the United Nations Decade 2021-2030**. Roma: FAO, 2021.

FORMIGHEIRI, F. B.; BONOME, L. T.S.; Bittencourt, H. von H.; LEITE, K.; REGINATTO, M.; GIOVANETTI, L. K. Alelopatia de *Ambrosia artemisiifolia* na germinação e no crescimento de plântulas de milho e soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, 2018.

FROTA, R. G.; AMORIM, Á. da S.; CARNEIRO, J. K. R.; OLIVEIRA, M. A. S. Citotoxicidade, genotoxicidade e mutagenicidade da infusão de Plectranthus barbatus – Lamiaceae (malva-santa) avaliados pelo sistema teste Allium cepa. **Rev. Ciênc. Méd. Biol.**, v. 18, n. 1, p. 67-72, 2019.

GANN, G.D. *et al*. International principles and standards for the practice of ecological restoration**.** Second edition. **Restoration Ecology**, v. 27, p. 1-46, 2019.

LIMA, S. C. L.; DUTRA, J. C. V.; VENTURA, J. A.; RUAS, F.; GERVASIO, S. V.; PISSINATI, M. G.; ALMEIDA, L. F.; ALELUIA, R. L.; BATITUCCI, Maria C.P. **Análise comparativa da composição química e de atividades biológicas de cinco genótipos clonais de Schinus terebinthifolius Raddi (aroeira)**. 1. ed. São Paulo: Dialética, 2022.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: Abrates, 2015.

MARTIN, G. D.; MAGENGELELE, N. L.; PATERSON, I. D.; SUTTON, G. F. Climate modelling suggests a review of the legal status of Brazilian pepper *Schinus terebinthifolia* in South Africa is required. **South African Journal of Botany**, n. 132, p. 95-102, 2020.

NEVES, E. J. M..; SANTOS, A. M.; GOMES, J. B. V.; RUAS, F. G.; VENTURA, J. A. **Cultivo da aroeira-vermelha (Schinus terebinthifolius Raddi) para produção de pimenta-rosa.** Paraná: Embrapa Florestas, 2016.

PEDUTO, T. de A. G.; JESUS, T. A. de.; KOHATSU, M. Y. Sensibilidade de diferentes sementes em ensaio de fitotoxicidade. **Rev. Bras. Cien., Tec. e Inov**., v. 4, n. 2, p. 200-212, 2019.

SILVEIRA, P. F. da.; COELHO, M. de F. B.; MAIA, S. S. S.; CAMILI, E. C.; SPILLER, C.; VARGAS, S. H. Atividade alelopática de extratos de folhas e sementes de *Prosopis juliflora* na germinação de alface. **Rev Agro Amb**, v. 14, n. 2, p. 523-535, 2021.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

SIMÕES, C.M.O *et al.* **Farmacognosia:** do produto natural ao medicamento. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

UHLMANN, L. A. C.; OLIVEIRA, R. J.; SANTOS, M G. Efeitos alelopáticos de extratos vegetais de *Hancornia speciosa* Gomes, na germinação de *Lactuca sativa* L. **Revista Fitos**, v. 12, n. 2, p. 147-160, 2018.

YAMAGUSHI, M. Q.; GUSMAN, G. S.; VESTENA, S. Efeito alelopático de extratos aquosos de *Eucalyptus globulus* Labill., e de *Casearia sylvestris* Sw. Sobr e espécies cultivadas. **Ciências Agrárias**, v. 4, p. 1361-1374, 2011.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

CAPÍTULO 5

ANÁLISE DA AÇÃO DA CONSTRUÇÃO DO ESPIGÃO COSTEIRO NA RECUPERAÇÃO DA FAIXA ARENOSA E DA VEGETAÇÃO DE RESTINGA NA PRAIA DA PONTA D'AREIA EM SÃO LUÍS – MA

Thaís Malaquias Pastor
Universidade Santa Cecília (UNISANTA), Santos, SP, Brasil

DOI: 10.52832/wed.100.603

RESUMO

A região da Península da Ponta D'Areia, em São Luís, enfrenta intensa ocupação urbana nas últimas décadas, resultando em mudanças significativas na paisagem natural. Este estudo investiga o impacto da ocupação imobiliária e da vegetação de restinga na erosão costeira, bem como os efeitos positivos da construção do Espigão Costeiro na mitigação desses danos. Para alcançar esse objetivo, adotou-se uma metodologia que combinou revisão bibliográfica, observações in loco e análise de sensoriamento remoto. Imagens de satélite foram utilizadas para avaliar as mudanças na ocupação do solo e na vegetação costeira, antes e após a construção do Espigão. Os resultados demonstram que o Espigão Costeiro desempenhou efetivamente seu papel na proteção contra a erosão costeira. Houve uma significativa recuperação da faixa de areia da praia e o surgimento da vegetação de restinga após a intervenção do Espigão. Esses resultados confirmam a importância dessa estrutura como medida eficaz de gestão costeira para mitigar os danos causados pela ocupação desordenada na região da Ponta D'Areia. Em resumo, este estudo destaca o papel crucial do Espigão Costeiro na preservação da Praia da Ponta D'Areia, evidenciando sua eficácia na contenção da erosão costeira e na promoção da estabilidade costeira.

Palavras-chave: Erosão costeira. Ocupação urbana. Sensoriamento remoto.

1 INTRODUÇÃO

A região da Península da Ponta D'Areia, situada em São Luís, tem sido alvo de uma intensa ocupação urbana nas últimas décadas, com aumento notável da verticalização de moradias. Essa expansão tem provocado mudanças significativas na paisagem natural, especialmente na vegetação de restinga e na configuração do solo. Tal ocupação desenfreada está associada a diversos problemas ambientais, destacando-se a erosão costeira, que representa uma ameaça não apenas ao ecossistema local, mas também à infraestrutura e às comunidades humanas próximas (Coelho *et al.*, 2017).

A restinga, um ecossistema típico de planície costeira, compreende depósitos arenosos quaternários, possui populações vegetais distintas e um estágio sucessional lento, influenciado pela ausência de nutrientes do solo arenoso e salino, bem como pela influência marinha. Esta vegetação desempenha um papel crucial na estabilização de praias e dunas, mantendo as características de estágio pioneiro apesar das constantes alterações causadas por ondas, chuvas e ventos (CONAMA N.º7, 1996; Guterres *et al.*, 2020).

A erosão costeira é um fenômeno global que afeta aproximadamente 70% das praias arenosas do planeta (Bird, 2008). A ocupação desordenada do litoral desempenha um papel significativo na estabilidade da linha costeira, restringindo a área de atuação dos processos costeiros. Em São Luís, essa ocupação é particularmente impactante devido à alta variação das marés, principalmente na Baía de São Marcos, onde pode atingir até 8 metros em determinadas épocas do ano. Esse avanço do mar na região norte da cidade ao longo dos anos resultou em um

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

intenso processo erosivo que afeta diretamente a faixa de praia, comprometendo a infraestrutura local e prejudicando a população da Praia da Ponta D'Areia (Sousa, 2013; Marques, 2021).

O Espigão na região da Ponta da Areia é uma estrutura transversal instalada em uma saída de rio que se estende da área pós-praia até alcançar a região pré-praia, influenciando diretamente o transporte de sedimentos por meio da deriva litorânea. A construção do Espigão rochoso foi uma iniciativa governamental destinada a conter o avanço das águas marítimas na região norte de São Luís. Além disso, teve como objetivo principal reduzir os processos erosivos, desobstruir canais e preservar a faixa de areia na Praia da Ponta d'Areia, que estava gradualmente sendo erodida pelas marés crescentes. Iniciadas em 2011 e concluídas em 2014, as obras do Espigão Costeiro foram concebidas para resolver problemas decorrentes do avanço do mar, visando a proporcionar melhores condições de uso do espaço para a sociedade (Marques, 2021; Lima *et al.*, 2022).

Este estudo tem como objetivo principal analisar o impacto da evolução da ocupação imobiliária do solo e da vegetação de restinga na Península da Ponta D'Areia, em São Luís, e sua relação com a erosão costeira. Além disso, visa investigar os impactos positivos da implantação do Espigão Costeiro na mitigação dos danos causados pelas construções ao longo das últimas décadas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

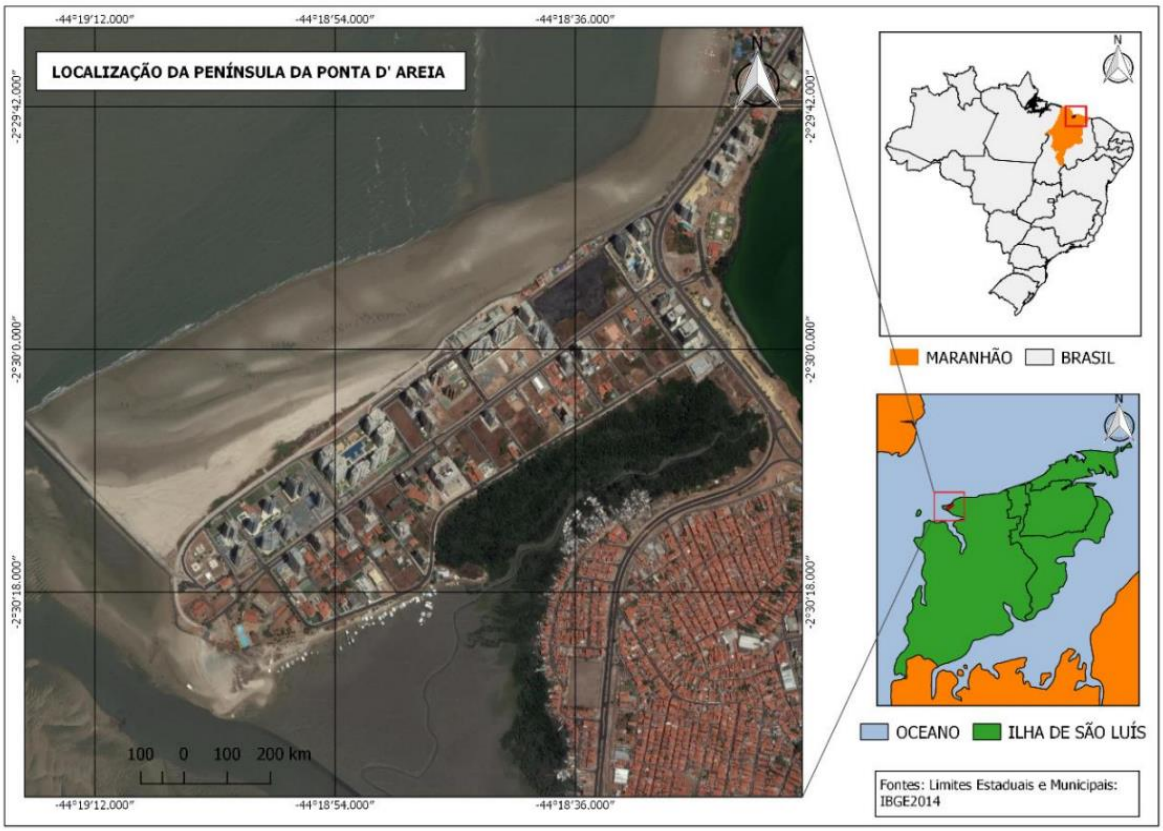
A Praia da Ponta d'Areia, situada no município de São Luís, no Maranhão, Brasil (2°30'10"S 44°19'16"W), é classificada com clima tropical. A média anual de precipitação é de 2156 mm, com temperatura média anual de 26.8 °C (Climate Data, 2024). Esta praia estende-se por cerca de 2,5 km, indo do ponto arenoso Tia Maria até a Baía de São Marcos, sendo banhada pelo Oceano Atlântico, e localiza-se a aproximadamente 4 km do centro urbano de São Luís (Figura 1).

O estudo iniciou-se com a análise de imagens de satélite capturadas antes e depois da construção do Espigão Costeiro. Além disso, foram utilizadas imagens satélites dos anos de 2004, 2011, 2014 e 2023 para analisar a área de erosão da faixa litorânea e avaliar a recomposição da areia da praia após a implementação do Espigão Costeiro.

As análises foram conduzidas utilizando imagens de satélite da região, acessadas através do Google Earth, para os anos de 2004 e 2023 e visita in loco em abril de 2022. Examinamos as mudanças na ocupação do solo e na vegetação costeira, comparando-as com os dados sobre a erosão costeira antes e depois da construção do Espigão Costeiro.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Figura 1 – Mapa de Localização da Área de Estudo.



Fonte: Coelho *et al.* (2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

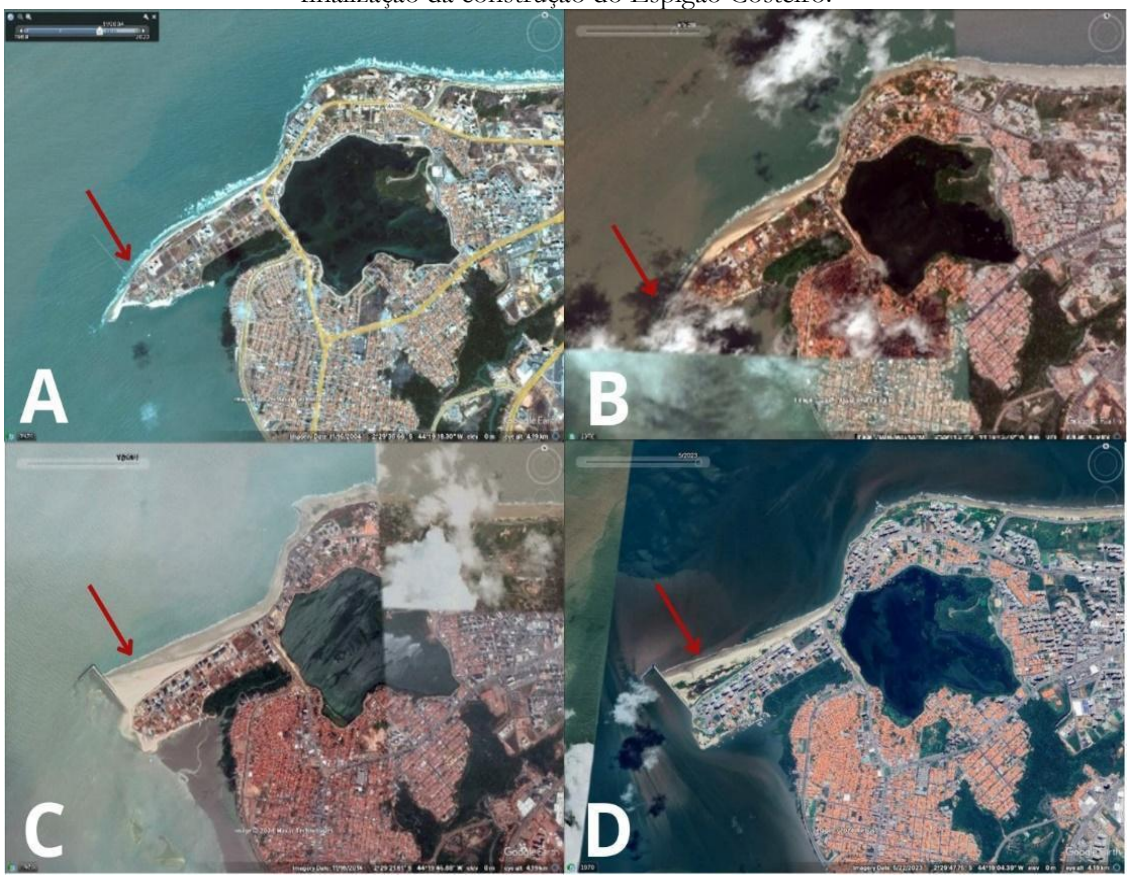
Através da análise de imagens de satélite no Google Earth ao longo das últimas duas décadas, observamos o processo de erosão na Praia da Ponta D'Areia, localizada no litoral norte de São Luís. Selecionamos quatro imagens (Figura 2) que representam esse processo antes, durante e após a construção do Espigão Costeiro.

Em novembro de 2004, a Praia da Ponta D'Areia não possuía faixa de areia (Figura 2.A). Com o início da obra do Espigão Costeiro (Figura 2.B), foi evidenciado que conseguiu-se conter o avanço da erosão na região costeira. Nos primeiros anos da implantação do Espigão, observaram-se impactos positivos, com a recomposição da faixa de areia na Península da Ponta D'Areia, em novembro de 2014 (Figura 2.C), onde a região já possui uma considerável faixa de areia.

Após doze anos desde o início das obras, em maio de 2023, notou-se uma significativa recomposição da faixa de areia e o início do processo de colonização vegetal pela vegetação de restinga, conforme ilustrado na Figura 2.D.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Figura 2 – Evolução da Erosão Costeira na Praia de Ponta D'Areia e as etapas da construção do Espigão Costeiro. As setas vermelhas indicam a área da faixa de areia. A. Imagem de novembro de 2004, antes da obra. B. Imagem de setembro de 2011, no início das obras. C. Imagem de novembro de 2014, após a entrega das obras. D. Imagem de maio de 2023, mostrando a evolução ao longo de 9 anos após a finalização da construção do Espigão Costeiro.



Fonte: Google Earth, 2024.

A construção do Espigão Costeiro é interromper o deslocamento de sedimentos ao longo da costa, induzindo o acúmulo de sedimentos montante acima, mas ocasionando erosão a jusante. Sua importância está intimamente ligada à quantidade de sedimentos em transporte, uma vez que sua ação visa promover a deposição ao interceptar o fluxo longitudinal (Lima *et al.*, 2022).

O estudo constatou que o Espigão Costeiro do bairro Ponta D'Areia efetivamente cumpriu seu papel inicial. Atualmente, observa-se a formação de um extenso banco de areia como resultado de sua intervenção na área, protegendo o local do intenso processo erosivo. Além disso, houve uma notável recuperação da faixa de areia da praia e o surgimento da vegetação de restinga, como pode ser observado nas Figuras 3 e 4. Esses resultados corroboram com as expectativas e evidenciam os impactos positivos da implantação do Espigão Costeiro na mitigação dos danos provocados pela erosão costeira na região (Sousa, 2013; Guterres *et al.*, 2020).

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Figura 3 - Praia da Ponta D'Areia.



Fonte: Autor, 2022.

Figura 4 – Vegetação de restinga na Praia da Ponta D'Areia, indicado pela seta vermelha o Espigão Costeiro.



Fonte: Autor, 2022.

4 CONCLUSÃO

Com a implantação do Espigão Costeiro, constatou-se a eficácia de sua intervenção na área, cumprindo seu papel inicial de proteger o local do intenso processo erosivo. Observou-se a formação de um banco de areia como resultado direto dessa intervenção, contribuindo significativamente para a preservação da faixa de areia da praia, que atualmente possui aproximadamente 100 metros de extensão. Além disso, destaca-se o surgimento da vegetação de restinga, que desempenha um papel crucial na preservação das praias e no combate ao processo erosivo costeiro. Esses resultados reforçam a importância do Espigão Costeiro como uma medida eficaz de gestão costeira para mitigar os impactos das construções e ocupações desordenadas ao longo das últimas décadas na Península da Ponta D'Areia, em São Luís – Maranhão.

REFERÊNCIAS

BIRD, Eric Charles Frederick. **Coastal Geomorphology: An introduction.** 2nd edition. Chinchester. Wiley and Sons. 2008. 436 p.

CLIMATE DATA. **Clima Maranhão.** Disponível em: https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/maranhao/sao-luis-1671/. Acesso em: 13 mar. 2024.

COELHO, G. T. F.; SALES, L. L. N. Ocupação do espaço urbano: observações históricas e a expansão da Península da Ponta D'areia em São Luís (MA) entre os anos de 2004 e 2016. **Social Evolution,** v.1, n.1, p.16-26, 2017. DOI: http://doi.org/10.6008/SPC2595-430X.2017.001.0002

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n.º 007, de 23 de julho de 1996, que dispõe sobre o parâmetro básico para análise dos estágios de sucessão de vegetação de restinga**. Resoluções. Disponível em:< http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=206. Acesso em: 13 mar. 2024.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

GOOGLE EARTH-MAPAS. **Google Maps.** Disponível em: http://mapas.google.com. Acesso em: 12 mar. 2024.

GUTERRES, A. V. F.; AMORIM, I. F. F.; SILVA, A. F. C. da.; ALMEIDA, E. B. Levantamento florístico e fisionômico da restinga da praia da Guia, São Luís, Maranhão. **Biodiversidade**, v. 19, n. 4, p.57-72, 2020.

LIMA, L. G. de.; FERREIRA, M. S.; FRANCO, B. J.; PARISE, C. K.; SANTOS, J. H. S. dos. Morfodinâmica da praia da Ponta D'areia: Considerações Sobre A Construção De Um Espigão Costeiro Em Ambiente De Macromaré. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 41, n. 2, p. 503 – 515, 2022.

MARQUES, M. A. Valorização e Dinâmica Socioespacial Do Espaço Urbano: Olhares Sobre o Espigão Costeiro no Bairro Ponta D'Areia em São Luís (Maranhão, Brasil). **Geografia em Questão**, [S. l.], v. 14, n. 2, 2021.

SOUSA, P. H. G. de O. **Vulnerabilidade à erosão costeira no litoral de São Paulo:** interação entre processos costeiros e atividades antrópicas. 2013. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, SP, 2013.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

CAPÍTULO 6

O IMPACTO DA POLUIÇÃO LUMINOSA NA FENOLOGIA E NA INTERAÇÃO PLANTA-POLINIZADOR

Valtenisa de Andrade Lima
Instituto Federal do Piauí, Brasil

Mariana Tasmo Coelho Silva
Universidade Federal de Viçosa, Brasil

Felipe Azevedo da Silva Vieira
Universidade Estadual Vale do Acaraú, Brasil

DOI: 10.52832/wed.100.604

RESUMO

A poluição luminosa é um fenômeno ambiental crescente e preocupante que resulta da iluminação artificial excessiva em áreas urbanas e suburbanas, interferindo nos ritmos naturais do ambiente e afetando diversas formas de vida, incluindo os seres humanos, a fauna e a flora. Este problema ambiental tem consequências significativas e, muitas vezes, subestimadas para os ecossistemas naturais, especialmente, no que diz respeito à fenologia das plantas e à interação planta-polinizador. O presente trabalho tem como objetivo explorar os impactos da poluição luminosa na fenologia das plantas e na interação planta-polinizador. Trata-se de uma revisão integrativa, na qual foi realizada uma busca abrangente da literatura científica nas bases de dados eletrônicas PubMed, *Scopus* e *Web of Science*. A poluição luminosa tem demonstrado ter impactos significativos na fenologia das plantas, afetando diversos aspectos do ciclo de vida vegetal. A iluminação artificial excessiva pode desregular os ciclos naturais de floração das plantas, levando-as a florescer em momentos inadequados. A poluição luminosa demonstrou ser um fator ambiental significativo que impacta diretamente a fenologia das plantas e a interação planta-polinizador.

Palavras-chave: Ciclo de Floração. Dormência das Plantas. Fotossíntese. Produção de Frutos e Sementes. Relógio Circadiano.

1 INTRODUÇÃO

A poluição luminosa é um fenômeno ambiental crescente e preocupante que resulta da iluminação artificial excessiva em áreas urbanas e suburbanas, interferindo nos ritmos naturais do ambiente e afetando diversas formas de vida, incluindo os seres humanos, a fauna e a flora. Este problema ambiental tem consequências significativas e, muitas vezes, subestimadas para os ecossistemas naturais, especialmente, no que diz respeito à fenologia das plantas e à interação planta-polinizador (Nunes; Dourado, 2017).

A fenologia das plantas é o estudo dos padrões sazonais de eventos biológicos que ocorrem ao longo do ciclo de vida de uma planta, incluindo a floração, frutificação, brotação, dormência e queda de folhas. Estes eventos são influenciados por diversos fatores ambientais, como temperatura, luminosidade, precipitação e fotoperíodo, e desempenham um papel crucial na adaptação das plantas aos seus *habitats* e na sincronização de seus ciclos de vida com o ambiente circundante (Fogaça, 2022).

A fenologia permite compreender como as plantas respondem às variações ambientais ao longo do tempo e como essas respostas afetam a distribuição, a abundância e a interação das espécies no ecossistema. Além disso, a mesma é uma ferramenta importante para monitorar as mudanças climáticas e os impactos humanos sobre os ecossistemas naturais, fornecendo informações valiosas para a conservação da biodiversidade e a gestão sustentável dos recursos naturais (Braga *et al.*, 2019).

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

A fenologia desempenha um papel fundamental na ecologia das plantas, influenciando diversos aspectos da biologia e da ecologia vegetal. Os eventos de floração e frutificação são críticos para a reprodução das plantas, permitindo a produção de sementes e a dispersão das espécies. A sincronização desses eventos com as condições ambientais adequadas é essencial para o sucesso reprodutivo e a sobrevivência das plantas (Alves *et al.*, 2021).

Por outro lado, a interação planta-polinizador representa uma relação simbiótica essencial para a reprodução das plantas e a preservação da biodiversidade, englobando uma variedade de mecanismos de comunicação e dependência mútua entre as plantas e seus agentes polinizadores, como abelhas, borboletas e pássaros. Esta interação está estreitamente ligada à fenologia das plantas, uma vez que muitos polinizadores dependem da floração destas para a obtenção de alimento e a reprodução. A disponibilidade de recursos florais e a eficácia da polinização são determinadas pelos padrões fenológicos das plantas, podendo influenciar a diversidade e a abundância, tanto dos polinizadores quanto das próprias plantas (Deprá; Gaglianone, 2018).

Além disso, a fenologia influencia a distribuição geográfica e a abundância das plantas, pois as espécies vegetais apresentam diferentes padrões fenológicos em resposta às variações climáticas e ambientais. O conhecimento desses padrões é crucial para entender a ecologia das mesmas e prever as mudanças na composição e estrutura dos ecossistemas terrestres (Braga *et al.*, 2019).

A fenologia das plantas é sensível às mudanças climáticas e ambientais, servindo como um indicador biológico para monitorar os efeitos das alterações globais sobre os ecossistemas naturais. O estudo dos padrões fenológicos das plantas permite avaliar os impactos das mudanças climáticas nas comunidades vegetais e desenvolver estratégias de adaptação e conservação. Dessa forma, a compreensão dos conceitos básicos e da importância da fenologia é essencial para abordar os impactos da poluição luminosa na fenologia das plantas e na interação planta-polinizador (Fogaça, 2022).

O presente trabalho consiste em uma revisão integrativa, no qual tem como objetivo explorar os impactos da poluição luminosa na fenologia das plantas e na interação planta-polinizador, destacando os mecanismos biológicos envolvidos e os efeitos na eficácia da polinização e na reprodução das plantas. Ao compreender e abordar esses impactos, é possível promover a conscientização sobre a importância da redução da poluição luminosa e contribuir para a conservação e a sustentabilidade dos ecossistemas terrestres.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

2 MATERIAL E MÉTODOS

A revisão integrativa é um método de pesquisa que permite a síntese de conhecimentos de diversas fontes para alcançar uma compreensão abrangente sobre um tema específico. Este tipo de revisão é particularmente útil para analisar e interpretar estudos de diferentes abordagens metodológicas, integrando os resultados para obter uma visão mais completa e aprofundada sobre o assunto em questão (Souza; Silva; Carvalho, 2010).

Na elaboração desta foi realizada uma busca abrangente da literatura científica nas bases de dados eletrônicas PubMed, *Scopus* e *Web of Science*, utilizando-se os descritores: Ciclo de Floração; Dormência das Plantas; Fotossíntese; Produção de Frutos e Sementes; Relógio Circadiano. Os critérios de inclusão adotados para a seleção dos estudos foram: estudos publicados nos anos de 2015-2023, em português, inglês e espanhol, que apresentavam informações relevantes sobre o tema em questão e que estivessem disponíveis integralmente. Como critérios de exclusão foram utilizados: pesquisas publicadas em anos anteriores ao recorte temporal, que não abordassem o tema ou que não estivessem disponíveis na íntegra.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Importância da Interação Planta-Polinizador

A interação planta-polinizador desempenha um papel fundamental na ecologia das plantas, sendo uma relação simbiótica essencial para a reprodução e a manutenção da biodiversidade dos ecossistemas terrestres. Esta interação envolve uma série de mecanismos de comunicação e dependência mútua entre as plantas e seus agentes polinizadores, como abelhas, borboletas, pássaros e morcegos (Deprá; Gaglianone, 2018).

Os polinizadores desempenham um papel crucial na reprodução das plantas, facilitando a transferência de grãos de *pólen* das estruturas masculinas (estames) para as estruturas femininas (estigmas) das flores. Este processo de polinização é fundamental para a fertilização das plantas e a produção de sementes e frutos, garantindo a sobrevivência e a dispersão das espécies vegetais. A dependência entre as plantas e os polinizadores é tão estreita, que muitas espécies de plantas têm coevoluído com seus polinizadores, desenvolvendo características florais específicas, como formas, cores, odores e padrões de floração, para atrair e recompensar os polinizadores (Camurça, 2021).

Além disso, a interação planta-polinizador beneficia tanto as plantas quanto os polinizadores, estabelecendo uma relação de benefício mútuo que promove a coevolução e a adaptação das espécies ao ambiente. As plantas fornecem *néctar*, *pólen* e outros recursos alimentares aos polinizadores, enquanto os polinizadores auxiliam na transferência do *pólen* entre as plantas,

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

aumentando a diversidade genética e a variabilidade das populações vegetais. Esta relação simbiótica é fundamental para a manutenção da biodiversidade, a estabilidade dos ecossistemas e a produção de alimentos para os seres humanos, uma vez que muitas culturas agrícolas também dependem dos polinizadores para a produção de frutos e sementes (Barônio *et al.*, 2016).

3.2 Impacto da poluição luminosa na fenologia e na interação planta-polinizador

A poluição luminosa tem demonstrado ter impactos significativos na fenologia das plantas, afetando diversos aspectos do ciclo de vida vegetal. A iluminação artificial excessiva pode desregular os ciclos naturais de floração das plantas, levando-as a florescer em momentos inadequados. Esta alteração nos padrões de floração compromete a disponibilidade de recursos para os polinizadores, como o *néctar* e o *pólen*, reduzindo a eficácia da polinização e afetando a reprodução das plantas (Alves *et al.*, 2021).

Além disso, a poluição luminosa pode causar mudanças na produção de frutos e sementes, a qual é crucial para a dispersão das espécies e a reprodução das plantas. No entanto, a dessincronização entre os ciclos de floração e os padrões de atividade dos polinizadores devido à iluminação artificial pode resultar em uma menor produção de frutos e sementes ou em uma distribuição inadequada ao longo do tempo, comprometendo a diversidade genética e a resiliência das populações vegetais (Camurça, 2021).

Ademais, a poluição luminosa pode interferir na dormência e brotação das plantas. A dormência é um mecanismo de adaptação das plantas a condições ambientais desfavoráveis, enquanto a brotação está associada ao início de um novo ciclo de crescimento vegetativo. A exposição contínua à luz artificial durante a noite pode desregular estes processos fisiológicos, afetando a capacidade das plantas de se adaptarem às mudanças sazonais e de responderem adequadamente às variações ambientais, o que pode comprometer sua sobrevivência e a estabilidade dos ecossistemas (Pinto, 2017).

A poluição luminosa também tem demonstrado ter efeitos significativos na atividade e no comportamento dos polinizadores. A iluminação artificial excessiva pode causar alterações nos padrões naturais de atividade dos polinizadores, desorientando-os e interferindo em seus ritmos circadianos. Esta desorientação pode levar a uma redução na busca por alimento, na coleta de *néctar* e *pólen*, e na interação com as plantas, afetando, assim, a eficácia da polinização. Portanto, a poluição luminosa tem um impacto direto na interação planta-polinizador, afetando a atividade dos polinizadores e a eficácia da polinização, o que pode ter consequências negativas para a reprodução das plantas e a biodiversidade dos ecossistemas (Deprá; Gaglianone, 2018).

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

3.3 Mecanismos Biológicos por Trás dos Efeitos da Poluição Luminosa

A compreensão dos mecanismos biológicos pelos quais a poluição luminosa afeta a fenologia das plantas e a interação planta-polinizador é fundamental para avaliar os impactos e desenvolver estratégias de mitigação eficazes. A exposição das plantas à luz artificial pode desencadear diversas respostas fisiológicas e bioquímicas que comprometem seu desenvolvimento e ciclo de vida (Fogaça, 2022).

A resposta das plantas à luz artificial é uma das principais consequências da poluição luminosa. As plantas possuem fotoreceptores sensíveis à luz, como as fitocromos e criptocromos, que regulam diversos processos fisiológicos, incluindo a germinação, o crescimento, a floração e a dormência. A exposição contínua à luz artificial durante a noite pode interferir na percepção e transdução dos sinais luminosos, desencadeando respostas inadequadas e levando a alterações nos padrões fenológicos das plantas (Nunes; Dourado, 2017).

Além disso, a poluição luminosa pode causar desregulação do relógio circadiano nas plantas. O relógio circadiano é um mecanismo biológico endógeno que regula os ritmos diários de diversos processos metabólicos e comportamentais das plantas. A exposição à luz artificial durante a noite pode perturbar a sincronização destes ritmos circadianos, afetando a expressão de genes relacionados à floração, à dormência e à resposta ao estresse, o que pode resultar em uma dessincronização entre os ciclos de vida das plantas e os ciclos de atividade dos polinizadores (Camurça, 2021).

Outro mecanismo afetado pela poluição luminosa é o fotoperiodismo, que é o processo pelo qual as plantas percebem e respondem à duração do período de luz durante o dia. O fotoperiodismo desempenha um papel crucial na regulação da floração, da dormência e de outros processos fenológicos das plantas. A exposição inadequada à luz artificial pode alterar a percepção do fotoperíodo pelas plantas, desregulando os mecanismos de indução e supressão da floração e comprometendo a eficácia da polinização e a produção de frutos e sementes (Pinto, 2017).

Portanto, a poluição luminosa interfere nos mecanismos biológicos das plantas, causando alterações na resposta à luz artificial, desregulação do relógio circadiano e perturbação do fotoperiodismo. Estas alterações têm efeitos diretos na fenologia das plantas, na atividade dos polinizadores e na reprodução das espécies, comprometendo a biodiversidade e a sustentabilidade dos ecossistemas. A compreensão destes mecanismos é essencial para desenvolver estratégias de mitigação e conservação que minimizem os efeitos da poluição luminosa sobre os recursos naturais e a interação planta-polinizador (Alves *et al.*, 2021).

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

4 CONCLUSÃO

A poluição luminosa demonstrou ser um fator ambiental significativo que impacta diretamente a fenologia das plantas e a interação planta-polinizador. A exposição à luz artificial durante a noite desregula os ciclos de floração das plantas, comprometendo a disponibilidade de recursos para os polinizadores e reduzindo a eficácia da polinização. Além disso, a poluição luminosa afeta a produção de frutos e sementes, a dormência e a brotação das plantas, interferindo nos processos fisiológicos e de fotossíntese, o que pode comprometer a sobrevivência e a estabilidade dos ecossistemas. Ademais, a desorientação e a redução na atividade dos polinizadores, devido à iluminação artificial excessiva compromete, ainda mais, a eficácia da polinização e a reprodução das plantas, gerando consequências negativas para a biodiversidade e a sustentabilidade dos ecossistemas.

REFERÊNCIAS

ALVES, I. J. *et al*. Fenologia reprodutiva e vegetativa de três espécies ocorrentes em uma área de restinga urbana em Salvador, Bahia, Brasil. **Hoehnea.** v. 48, p. 1-10, 2021.

BARÔNIO, G. J. *et al*. Plantas, polinizadores e algumas articulações da biologia da polinização com a teoria ecológica. **Rodriguésia.** v. 67, n. 2, p. 275-293, 2016.

BRAGA, A. M. S. e*t al*. Fenologia de três espécies arbóreas em um trecho de vegetação subcaducifólia no norte do Piauí, Brasil. **Biotemas.** v. 32, n. 2, 2019.

CAMURÇA, L. M. **Interações tróficas entre plantas, polinizadores, florívoros e aranhas: uma meta-análise.** 2021. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, PE, 2021.

DEPRÁ, M. S.; GAGLIANONE, M. C. Interações entre plantas e polinizadores sob uma perspectiva temporal. **Oecologia Australis.** v. 22, n. 1, p. 1–16, 2018.

FOGAÇA, T. M. **Mudanças climáticas e seus efeitos na floração e nos polinizadores.** 2022. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, RS, 2022.

NUNES, I.; DOURADO, L. Poluição luminosa e educação ambiental: um estudo de caso em Camarate, Lisboa. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA.** n. 24, p. 23-43, 2017.

PINTO, A. F. G. **Heterogeneidade da brotação e da floração do pessegueiro em condições de inverno ameno.** 2017. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Bragança, PR, 2017.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão Integrativa: o que é e como fazer. **Einstein.** 2010.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

CAPÍTULO 7

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA VEGETAÇÃO RIPÁRIA NO RIO PITANGUI, CAMPOS GERAIS DO PARANÁ, SUL DO BRASIL

Jorge Iarmul
PPG em Botânica, UFPR, Brasil

Rodrigo Fernando Moro
Herbário HUPG, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Melissa Koch Fernandes de Souza
DEBIO, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

Rosemeri Segecin Moro
PPG em Geografia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil

DOI: 10.52832/wed.100.605

RESUMO

O rio Pitangui percorre 168 Km em parte dos municípios de Ponta Grossa, Carambeí e Castro (PR) apresentando diferenças marcantes entre seu curso no Primeiro (PPP) e no Segundo Planalto Paranaense (SPP), após vencer a Escarpa Devoniana como um rio antecedente. O objetivo deste trabalho é documentar a distribuição da vegetação ripária em pedoambientes para subsidiar o manejo sustentável da bacia hidrográfica que entre outras funcionalidades, responde pelo abastecimento público da cidade de Ponta Grossa. A zona ripária do PPP se estende por 39 Km totalizando 1.072,3 ha, onde a vegetação hidrófila se espraia em planícies de inundação e a floresta ripária ocupa a zona estreita de talude, margeando o canal ativo do rio e meandros abandonados. No SPP a zona ripária acompanha um trecho mais longo, de 129 Km, mas ocupa uma área menor, de 744,36 ha, fragmentada por fatores geomorfológicos e edáficos. Analisadas as métricas de paisagem e as funcionalidades da área ripária, o PPP está muito mais vulnerável à conversão de áreas e manejo inadequado, especialmente quanto à drenagem indevida de várzeas e contaminação de lençol freático por agroquímicos, bastante preocupante para uma área de manancial.

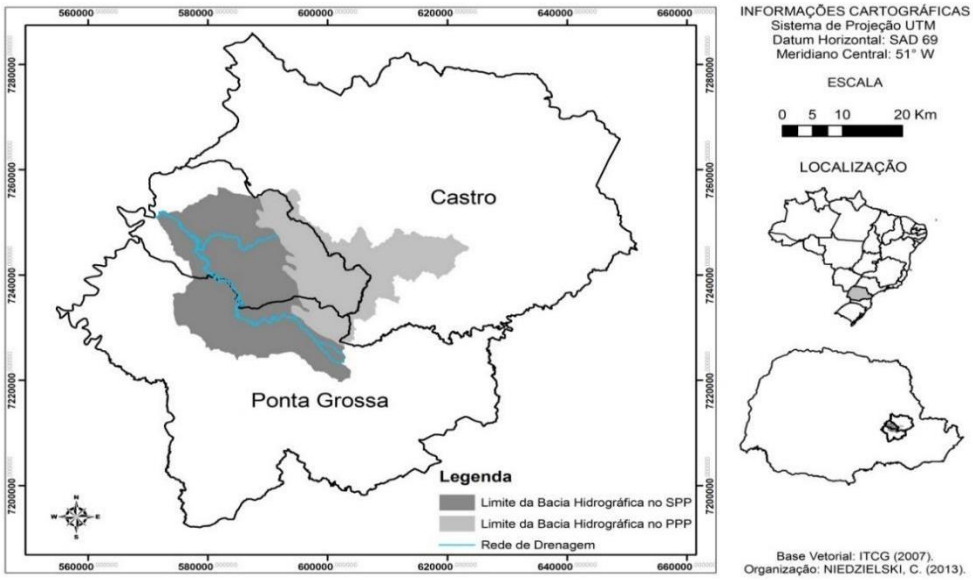
Palavras-chave: Paisagem. Pedoambiente ripário. Vegetação higrófila. Vegetação hidrófila. Vegetação mesófila.

1 INTRODUÇÃO

O rio Pitangui percorre 168 Km em parte dos municípios de Ponta Grossa, Carambeí e Castro, na região centro-leste do estado do Paraná (Figura 1), desde suas nascentes no Primeiro Planalto Paranaense (PPP), passando pela Represa de Alagados, até penetrar no Segundo Planalto Paranaense (SPP), escavando um cânion no ressalto topográfico da Escarpa Devoniana - ED (Melo, Guimarães; Santana, 2010). Assim, até a foz no rio Tibagi, sua paisagem diversificada sustenta áreas ripárias florestais da formação da Floresta Ombrófila Mista Aluvial e Montana, e formas campestres da Estepe Gramíneo-lenhosa (IBGE, 2012). Desde 2006 a maior parte da bacia do Pitangui no PPP e na ED está protegida como parte do Parque Nacional dos Campos Gerais. Este trabalho possui como objetivo documentar a distribuição da vegetação ripária com base em conceitos de pedoambientes propostos por Curcio *et al.* (2007; 2009) para subsidiar o manejo sustentável da bacia hidrográfica que entre outras funcionalidades, responde pelo abastecimento público da cidade de Ponta Grossa, no estado do Paraná.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do rio Pitangui, PR.



Fonte: Autores, 2024.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Na unidade morfoestrutural PPP predominam terrenos com declividades de 0 a 20%, em torno de 1.000 metros de altitude, embasados principalmente por rochas ígneas e metamórficas de idade proterozóica do complexo granítico Cunhaporanga e, em menor proporção, dos grupos Castro e Itaiacoca. Os solos presentes são predominantemente Cambissolos Háplicos ou Húmicos (EMBRAPA, 2018). Na unidade de transição composta pela Escarpa Devoniana (ED), com exposição de rochas da bacia do Paraná em até 1.172 metros de altitude, ocorrem preferencialmente Cambissolos e Neossolos Litólicos (Sá, 2007; Melo, Guimarães; Santana, 2010). Na unidade SPP predominam terrenos com declividades de 20 a 45%, na cota altimétrica de 755 metros, das formações Furnas e Ponta Grossa (MINEROPAR, 2006; Melo; Guimarães; Santana, 2010). Predominam Latossolos Vermelho distróficos a eutróficos e Cambissolos Háplicos, com Neossolos Litólicos húmicos (EMBRAPA, 2008; Sá, 2007; ITCG, 2005).

A bacia está submetida ao clima Cfb de Koeppen-Geiger (Maack, 2012) e em ambas as unidades, PPP e SPP, ao longo da calha de drenagem do rio principal e nas planícies de inundação, constam depósitos aluviais e coluviais, datados do Quaternário constituídos dominantemente por materiais argilosos com depósitos arenosos subordinados ainda acham ativos (UEPG/NUCLEAM, 2002; MINEROPAR, 2006). Esse material origina Gleissolos Háplicos ou Melânicos, Organossolos Háplicos e Neossolos Flúvicos (Fasolo *et al.*, 2002; Moro, 2010).

O critério de delimitação da zona ripária foi a amplitude visível da zona inundável ocupada por vegetação herbácea ou arbustiva-arbórea ciliar higrófila (Hg) e mesófila (Ms), e herbáceas hidrófilas (Hd). As espécies higrófilas arbustivo-arbóreas da floresta ripária (FR) ocupam

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

preferencialmente solos semi-hidromórficos, moderadamente drenados, e a espécies herbáceas hidrófilas (VH) ocupam exclusivamente solos hidromórficos, mal drenados. As espécies mesófilas, sejam arbustivas, arbóreas ou herbáceas (VM) ocupam preferencialmente solos não-hidromórficos, bem a excessivamente drenados.

Os polígonos foram delineados por fotointerpretação supervisionada de ortofotos de 2001 (escala 1:10.000), ortoimagens dos sensores SPOT 5 (escala 1:50.000) e Rapid Eye de 2012 (escala 1:25.000), mais arquivos vetorizados contendo os limites da área e da rede hidrográfica (ITCG, 2005, 2009). A base cartográfica em SIG foi trabalhada no programa Arcview licenciado pelo Departamento de Geociências da UEPG. As métricas descritoras dos segmentos ripários foram calculadas no programa Fragstats 4.2[1]: tamanho de fragmento, índice de forma (*shape*) e vizinho mais próximo ENN (distância euclidiana entre fragmentos).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapeamento das classes de vegetação na bacia foi atualizado a partir de diversas fontes em escalas variadas e anos diversos (Tabela 1).

Tabela 1 - Vegetação nas unidades morfoestruturais na bacia do Pitangui, e a porção ocupada em cada compartimento ripário. PPP - Primeiro Planalto Paranaense; SPP - Segundo Planalto Paranaense; FR – floresta higrófila/mesófila; VH – várzeas e campos úmidos; VM – campos secos.

Unid.	Area (ha)	Floresta (ha)	Campo (ha)	FR (ha)	VH (ha)	VM (ha)	Fonte
PPP	40.417,6	16.329,3 (40,4%)	1.200,1 (3,0%)	630,22 (3,9% das áreas de floresta na unidade e 14% no compartimento)	652,8 (54,4% das áreas de campo na unidade e 86% no compartimento)	Zero	Rocha e Weirich Neto (2010), Anhaia et al. (2012), Pereira e Moro (2012), Pereira et al. (2017) – ano base 2001, 2005, 2012.
SPP	57.846,8	3.856,39 (6,7%)	9.156,5 (15,8%)	500,23 (13,0% das áreas de floresta na unidade e 67% no compartimento)	71,1 (0,8% das áreas de campo na unidade e 9,5% no compartimento)	173,0 (1,9% das áreas de campo na unidade e 23% no compartimento)	Rocha e Weirich Neto (2010), Fernandes, Ferronato e Moro (2011), Lima (2014) – ano base 2005
TOTAL	98.264,4	20.185,6 (22,4%)	10.356,6 (10,5%)	1.130,45 (1,1%)	723,9 (0,74%)	173,0 (0,2%)	

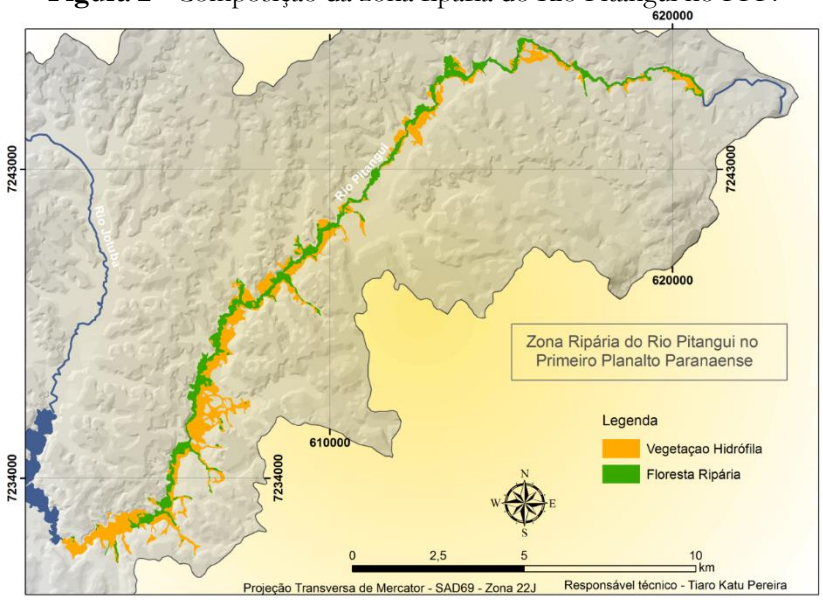
Fonte: Autores, 2024.

[1] Disponível em: https://www.fragstats.org/index.php/downloads

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

De acordo com dados levantados por Pereira e Moro (2012), a zona ripária do PPP (Figura 2) se estende por 39 Km totalizando 1.072,3 ha (Tabela 2). A fragmentação antrópica da paisagem ripária do PPP é pequena considerando a área total. Para a FR, 93,3% são fragmentos maiores que 10,0 ha, com índice de forma de até 6.6. A paisagem florestal se estende pelas margens em fragmentos alongados e relativamente contínuos, com ENN variando de 134m entre os fragmentos menores, para menos de 25 m entre os fragmentos maiores (Anhaia *et al.*, 2012). Para as áreas de VH, 76% compreendem áreas superiores a 10 ha, com forma de até 4.7. A paisagem de várzeas do PPP é pouco agregada, com ENN variando de 40 a 90m entre fragmentos também alongados e relativamente contínuos.

Figura 2 - Composição da zona ripária do Rio Pitangui no PPP.



Fonte: Pereira, 2012.

Tabela 2 - Distribuição e composição da paisagem no compartimento ripário do rio Pitangui, PR. PPP – Primeiro Planalto Paranaense; SPP – Segundo Planalto Paranaense; FR - floresta ripária; VH - vegetação hidrófila; VM – vegetação mesófila de campos; CA - área total; NP - número de polígonos; PLAND - percentagem da paisagem ocupada; TM - tamanho médio dos polígonos.

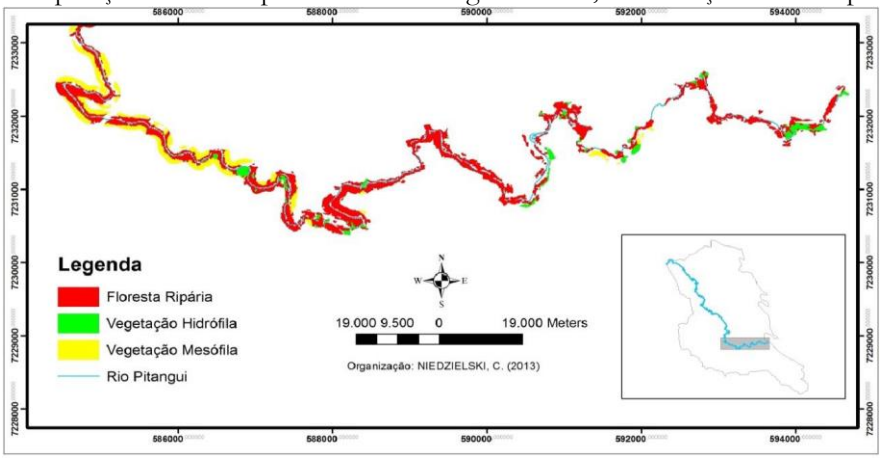
	CA (ha)	**NP**	**PLAND**	**TM (ha)**
PPP - FR	440,0	34	41,0	12,9
PPP – VH	632,3	61	59,0	10,4
Total	1.072,3	95	100,0	
SPP – FR	500,23	243	67,2	2,05
SPP – VH	71,09	195	9,6	0,36
SPP – VM	173,04	132	23,2	1,31
Total	744,36	570	100,0	

Fonte: Autores, 2024.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Ao longo de 129 Km de paisagem ripária do SPP, levantados por Lima (2014), a fragmentação antrópica também ocorre em pequena proporção considerando a área total de 744,36 ha, mas os fragmentos se encontram relativamente isolados por fatores geomorfológicos e edáficos. O ambiente ripário é ocupado predominantemente por FR em fragmentos menores de 10 ha (94,6%), com índice de forma de até 3.2 e ENN máxima de 17m. Nenhuma área de campo (seja VH ou VM) é superior a 10 ha, com índice de forma próximo a 2.4 para ambos, e ENN máxima de 48m para VH e 50m para VM. Pereira *et al.* (2013), analisando apenas a parte da paisagem sobre a Escarpa Devoniana (Figura 3), consideraram que apenas 11% da área ripária seria ocupada por FR (com 84,5% dos fragmentos inferior a 10 ha), para 49% de VM e VH (com 68% dos fragmentos menores do que 10 ha).

Figura 3 - Composição da zona ripária do Rio Pitangui no SPP, na transição da Escarpa Devoniana.

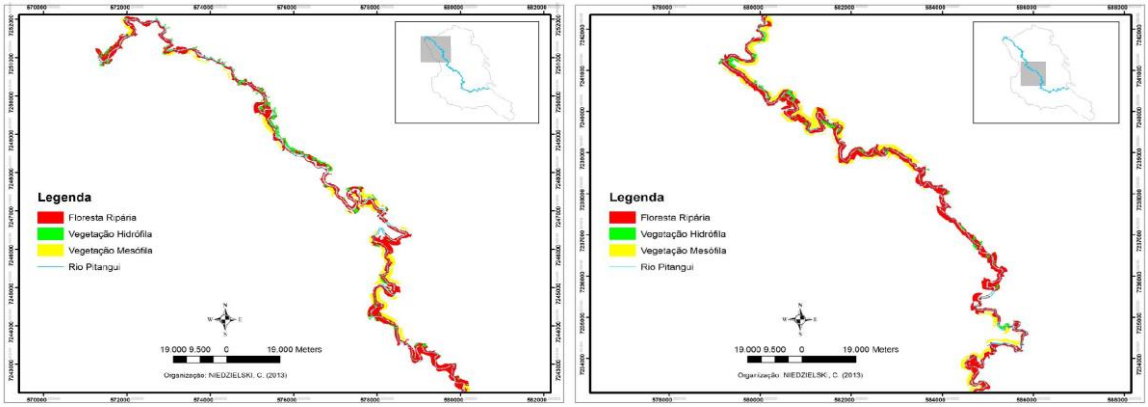


Fonte: Lima, 2014.

No SPP os campos predominavam até décadas recentes, sendo intensamente convertidos para cultivos anuais e silvicultura (Rocha; Weirich Neto, 2010) e os cerca de 2% de campos ripários constituem praticamente os últimos remanescentes de campos nativos primários na região (Fernandes; Ferronato; Moro, 2011). É evidente o caráter entalhado do curso do rio no SPP, onde as formas herbáceas se estabelecem preferencialmente como campos mésicos, em solos não hidromórficos, e em menor proporção na forma de campos úmidos nas quebras de relevo.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Figura 4 - Composição da zona ripária do Rio Pitangui no SPP.



Fonte: Lima, 2014.

4 CONCLUSÕES

Analisadas as diferenças em número de polígonos e área total entre FR, VH e VM nas duas unidades morfoestruturais, fica evidente que as áreas ripárias do rio Pitangui são controladas pela geomorfologia e topografia da paisagem. No PPP a área ripária ocupa uma área bem maior em apenas 25% da extensão do curso de água, em solos mais profundos, onde a VH se espraia em planícies de inundação e a FR ocupa a zona estreita de talude, margeando o canal ativo do rio e meandros abandonados.

No SPP, o curso entalhado delimita uma área ripária consideravelmente mais estreita e muito fragmentada, em solos rasos. Analisadas as métricas de paisagem e as funcionalidades da área ripária, o PPP está muito mais vulnerável à conversão de áreas e manejo inadequado, especialmente quanto à drenagem indevida de várzeas e contaminação de lençol freático por agroquímicos. Trata-se de uma situação preocupante para uma área de manancial de abastecimento público.

REFERÊNCIAS

ANHAIA, T. R. S.; LUIZ, A. M. E.; LEITAO, K.; MORO, R. S. A paisagem do rio Pitangui em seu curso superior, no Primeiro Planalto Paranaense. **Ra'e'Ga**, v. 24, p. 134-148, 2012.

CURCIO, G. R.; GALVÃO, F.; BONNET, A.; BARDALL, M. L.; DEDECEK, R. A. A floresta fluvial em dois compartimentos do rio Iguaçu, Paraná, Brasil. **Revista Floresta**, v. 37, n. 2, p. 125-147, 2007.

CURCIO, G. R. *et al.* **Caracterização geológica, geomorfológica, pedológica e fitossociológica dos ambientes fluviais do Rio Tibagi, Paraná, Brasil.** Curitiba. (Relatório Final de Pesquisa), 2009.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Carta de solos do estado do Paraná** Folha SG. 22-X-C, MIR-513. 1:250.000. Rio de Janeiro/ Colombo: Embrapa Solos/ Embrapa Floresta. Atualização do Mapa de Solos- SiBCS, 2008.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. (5.ed.) Brasília: Embrapa Solos, 2018.

FASOLO, P. J. *et al*. **Caracterização dos solos do Município de Castro, P**R. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. (Bol. Pesq. e Desenv., 9), 2002.

FERNANDES, F., FERRONATO, M. Z., MORO, R. S. Rio Pitangui, composição e configuração espacial das unidades de paisagem. **Revista da ANPEGE,** v. 7, p. 119 – 127, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. (2.ed.). Rio de Janeiro. (Manuais Técnicos em Geociências), 2012.

ITCG. Instituto de Terras, Cartografia e Geociências. **Mapa de Solos do Paran*á*, na escala de 1:250.000.** 2005. Recuperado de: http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=9#.

ITCG. Instituto de Terras, Cartografia e Geociências**. Levantamento aerofotogramétrico do Estado do Paraná, na escala de 1: 25.000.** Curitiba: AeroSul, 2009.

LIMA, C. N. **Conectividade estrutural e funcional da paisagem ripária dos rios Pitangui, São Jorge e São João, no Segundo Planalto Paranaense.** 2014. 83 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG, Ponta Grossa, PR, 2014.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná.** 4. ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2012.

MELO, M. S.; GUIMARÃES, G. B.; SANTANA, A. C. Fisiografia da bacia do rio Pitangui. In: GEALH, A. M.; MELO, M. S.; MORO, R. S. (Orgs.). **Pitangui, rio de contrastes: seus lugares, seus peixes, sua gente.** (Cap. 1, p. 11-21). Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2010.

MINEROPAR. Minerais do Paraná. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná.** Escala: 1:250000. Curitiba, 2006.

MIODUSKI, J.; MORO, R. S. Grupos funcionais da vegetação campestre de Alagados, Ponta Grossa, Paraná. **Iheringia. Série Botânica**, v. 66, p. 241-256, 2011.

MORO, R. S. Vegetação em pedoambientes ripários dos Campos Gerais do Paraná: uma revisão bibliográfica. **Terr@ Plural**, v. 4, n. 2, p. 179-192, 2010.

PEREIRA, T. K.; MORO, R.S. Paisagem ripária fluvial dos rios Pitangui e Jotuva no Primeiro Planalto Paranaense, Ponta Grossa, PR. **GeoUsp: espaço e tempo**, *31*: 79-93, 2012.

PEREIRA, T. K.; MORO, R.S.; SOUZA, M. K. F.; DIAS, W. A paisagem da bacia do rio Pitangui sobre a Escarpa Devoniana, Ponta Grossa, Paraná. **Soc. & Nat**., v. 25, *n.* 3, p. 567-579, 2013.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

PEREIRA, T. K.; GALVÃO, F.; MORO, R. S., LINGNAU, C.; FERRAZ, S. F. B. Dinâmica da paisagem ripária do rio Pitangui no Primeiro Planalto Paranaense entre 1953 e 2012. **Scientia Florestalis**, v. 45, n. 115, p. 551-562, 2017. dx.doi.org/10.18671/scifor.v45n115.12

ROCHA, C. H.; WEIRICH NETO, P. H. Padrões de uso das terras e implicações ambientais. In: GEALH, A. M.; MELO, M. S.; MORO, R. S. (Orgs.). **Pitangui, rio de contrastes:** seus lugares, seus peixes, sua gente. (cap. 2, pp. 23-41). Ponta Grossa: UEPG, 2010.

SÁ, M. F. Os solos dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES.; G. B (Orgs). **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná.** (Cap. 6, p. 73-83). Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2007.

UEPG/NUCLEAM. **Bacia hidrográfica do manancial Alagados.** Ponta Grossa. (Relatório técnico), 2002.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

CAPÍTULO 8

CAJUZINHO DO CERRADO: UMA VISÃO SOBRE BOTÂNICA, DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA, ECOLOGIA, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E BENEFÍCIOS À SAÚDE DE UMA PLANTA ENDÊMICA

Aryane Ribeiro Oliveira
Universidade Estadual de Goiás, Brasil

Cristiane Maria Ascari Morgado
Universidade Estadual de Goiás, Brasil

Ítalo Careli-Gondim
Universidade Federal de Goiás, Brasil

André José de Campos
Universidade Estadual de Goiás, Brasil

DOI: 10.52832/wed.100.606

RESUMO

O cajuzinho (*Anacardium humile*) é uma árvore frutífera do cerrado brasileiro e possui potencial para comercialização. Contudo, a exploração do cajuzinho ocorre exclusivamente através do extrativismo sem estratégias de conservação. O aumento contínuo da intervenção humana, exemplificado por desmatamentos e queimadas associados ao rápido crescimento de atividades agrícolas e agropecuárias no cerrado brasileiro, está resultando em uma redução gradual da biodiversidade desse bioma, onde a *Anacardium humile* é uma espécie que corre risco de extinção. Artigos publicados entre os anos de 2006 e 2023 foram analisados para este estudo em bases de dados como *Web of Science, Scopus, Science Direct, Pub Med e Springer Link*. Nesta revisão, foi examinado estudos com as informações mais importantes sobre as características morfológica, anatômica, taxonômicas, distribuição geográfica da espécie, bem como foi explorada sua ecologia e detalhes sobre a composição química, abrangendo elementos como composição proximal, vitaminas, compostos fenólicos e antioxidantes, e os benefícios à saúde associados ao consumo dessa espécie. Conclui-se que existem lacunas críticas no conhecimento, como a falta de estudos sobre a domesticação da espécie e práticas agrícolas sustentáveis que servem de oportunidades para pesquisas futuras, incluindo estudos genéticos, adaptações ambientais e impactos das atividades humanas.

Palavras-chave: Biodiversidade. Cajuzinho. Cerrado. Preservação. Saúde.

1 INTRODUÇÃO

O cajuzinho do cerrado (*Anacardium humile* St. Hil.) é uma planta endêmica da região do cerrado brasileiro que tem despertado crescente interesse devido às suas múltiplas dimensões botânicas, ecológicas e medicinais (Soares *et al.*, 2013). Com uma distribuição geográfica restrita ao cerrado, essa espécie apresenta características únicas que a distinguem de seu parente mais conhecido, o caju (*Anacardium occidentale* L.) (Oliveira *et al.*, 2023). Sua botânica peculiar, incluindo aspectos morfológicos e fisiológicos, torna o cajuzinho do cerrado uma espécie de grande interesse para estudos científicos e práticas agrícolas na região.

Estudos sobre sua composição química revelam a presença de compostos bioativos com potencial antioxidante, anti-inflamatório e antidiabético, entre outros benefícios à saúde (Rocha *et al.*, 2013; Carelle *et al.*, 2021). Esta revisão visa explorar em detalhes esses aspectos botânicos, ecológicos, químicos e de saúde do cajuzinho do cerrado, destacando sua importância e potencial para diversas áreas de pesquisa e aplicação prática.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A revisão bibliográfica sobre o cajuzinho do cerrado foi conduzida seguindo um método sistemático. Primeiramente, foram selecionadas bases de dados renomadas, incluindo *Web of Science*, Scopus, *PubMed*, *Taylor & Francis* e *Springer Link*. Essas bases foram exploradas de setembro de

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

2023 a março de 2024, utilizando as palavras-chave "cajuzinho do cerrado" ou "*Anacardium humile* Hil" para garantir a inclusão de estudos pertinentes.

Não foram impostas restrições temporais durante a busca, com o objetivo de abranger toda a literatura disponível sobre o tema. Foram considerados artigos, revisões e outras publicações relevantes que abordassem diversos aspectos, como morfológicos, fisiológicos, econômicos, agronômicos e medicinais relacionados ao cajuzinho do cerrado, tanto em idioma português quanto em inglês. A seleção dos artigos foi realizada com base na relevância do título e resumo para o tema de interesse. Além disso, foram examinadas as listas de referências dos artigos selecionados para identificar estudos adicionais pertinentes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ecologia Vegetal do Cajuzinho do Cerrado

O cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, ocupa cerca de 22% do território brasileiro e é conhecido pela enorme diversidade genética de espécies de plantas e animais (Santos; Santos, 2015). O cajuzinho do cerrado é uma espécie frutífera nativa do Brasil que demonstra uma notável capacidade de adaptação a condições ambientais desafiadoras, típicas do cerrado. Sua resistência a solos pouco férteis, altas temperaturas e escassez de água o torna uma cultura vital para o centro-oeste brasileiro, onde é cultivado durante a estação seca, proporcionando empregos e desempenhando papéis importantes na alimentação, indústria, medicina e economia locais. (Soares *et al*., 2013).

No Brasil, o cajuzinho é popularmente conhecido por cajuzinho-do-cerrado, cajuí ou caju-de-árvore-do-cerrado. Assim como *A. occidentale*, a grande maioria das espécies do cerrado possui importância socioeconômica, alimentar, industrial, medicinal, além de sua importância biológica. No entanto, a maior parte dos frutos do cerrado ainda não foi inserida no contexto do agronegócio brasileiro, seja por falta de tecnologia para a produção em escala, ou mesmo pelos poucos estudos realizados quanto aos seus aspectos fitoquímicos, farmacológicos e nutricionais gerando um desconhecimento do seu potencial de aproveitamento (Carelle *et al*., 2021).

O cajuzinho do cerrado é um subarbusto, ao qual destaca-se por suas características morfológicas únicas, no entanto, é mais uma espécie frutífera do cerrado ameaçado pelos efeitos dos impactos provocados pelas atividades humanas sobre o meio ambiente (Carvalho *et al*., 2008). Sua floração varia entre os meses de junho e novembro e a frutificação ocorre de outubro a novembro, onde a produção de sementes é limitada devido à baixa polinização e à alta predação por animais e insetos (Carvalho *et al*., 2012; Santos; Santos, 2015). Como não há plantio comercial

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

da espécie, ela é apenas explorada de forma extrativista, o que exige um deslocamento considerável dos extrativistas para as pequenas áreas remanescentes para obtenção de boa quantidade do fruto.

O cajuzinho, pertencente à família Anacardiaceae, compartilha parentesco com outras plantas como a manga (*Mangifera indica* L.). Apresenta uma aparência exótica, com casca resistente e raízes eficientes na exploração do solo. Suas folhas ovais alternas e inflorescências terminais dão origem a frutos reniformes, sendo o pedúnculo, conhecido como caju, um pseudofruto de coloração variada. Além disso, suas nozes são apreciadas após a torra (Oliveira *et al*., 2023).

O estudo realizado por Sousa e Cunha (2018) proporcionou uma análise abrangente da população de *Anacardium humile* A. St.-Hil. explorando diversos aspectos relacionados à sua ecologia, onde a população foi minuciosamente examinada quanto à sua estrutura de tamanho, distribuição espacial e fenologia. O inventário revelou que a abundância da espécie foi mais significativa nos afloramentos rochosos, indicando uma preferência por esse tipo de habitat. Além disso, observou-se que a população de *Anacardium humile* é auto-regenerativa, indicando uma capacidade intrínseca de se reproduzir.

3.2 Importância Econômica da Cajuzinho para o Centro-Oeste Brasileiro: Usos tradicionais e locais

O cajuzinho desempenha um papel crucial na economia do centro-oeste brasileiro, além de suas aplicações alimentares tradicionais, sendo fundamental para o sustento de comunidades locais e práticas agrícolas sustentáveis (Belo *et al*., 2019). Além de seu valor alimentar, o cajuzinho é apreciado por suas propriedades medicinais, com suas folhas, cascas e raízes sendo utilizadas na medicina popular para o tratamento de várias condições de saúde, destacando-se pela sua riqueza em substâncias bioativas, o que contribui para a segurança alimentar e o bem-estar local (Oliveira *et al*., 2023).

Foi demonstrado anteriormente que extratos de partes das plantas dos gêneros *A. occidentale* e *A. humile* (folhas, raízes, caules, frutos, noz) apresentam diversas atividades farmacológicas, como efeitos cardioprotetores e potencializadores imunológicos (Sundaram *et al*., 2018), bem como anticancerígenos (Taiwo *et al*., 2017) antidiabéticos (Jaiswal; Pratima; Ashok, 2017), ações neuroprotetoras (Adhami; Linder; Linder *et al*., 2012) e antioxidantes (Lima Júnior *et al*., 2021). Essa variedade de atividades benéficas à saúde pode ser uma boa fonte de recursos, uma vez que fornece alternativas naturais e complementares aos cuidados de saúde convencionais, o que reforça a relevância da preservação e pesquisa dessas plantas do cerrado brasileiro para explorar seu potencial terapêutico.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

A exploração econômica do cajuzinho do cerrado inclui a produção de produtos artesanais, oferecendo uma oportunidade para agregar valor aos recursos naturais da região sem comprometer sua integridade ambiental. A utilização das sementes da planta na fabricação de artigos decorativos e acessórios não apenas gera renda adicional para as comunidades locais, mas também abre caminho para a produção em escala de produtos derivados, como cosméticos naturais e extratos medicinais, ampliando as possibilidades econômicas na região. Inspirado no modelo de exploração do caju no nordeste brasileiro, políticas públicas e incentivos governamentais podem ser implementados para promover o cultivo e a comercialização do cajuzinho, impulsionando assim o desenvolvimento econômico sustentável no centro-oeste do país.

3.3 Distribuição Geográfica e Ecologia

Em suma, o cajuzinho do cerrado é uma espécie nativa das matas dos cocais comuns nas regiões norte, nordeste, sudeste e centro-oeste do Brasil, embora não seja restrita às matas de cocais (Oliveira-Filho; Ratter, 1995). Tem predominância em áreas abertas, estando presente em vários estados brasileiros, como Rondônia, Tocantins, Bahia, Piauí, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, São Paulo e Paraná (Almeida *et al*., 1998). A faixa situada em torno de 27 ºC é tida como ideal para o desenvolvimento e a frutificação da planta, que suporta temperaturas acima de 30ºC e até 35 ºC.

Em regiões com precipitações intensas e bem distribuídas durante todo o ano, a frutificação do cajuzinho fica comprometida pela ocorrência de pragas e doenças. Sousa; Cunha (2020) analisaram os impactos das queimadas em diferentes épocas do ano na estrutura populacional de *Anacardium humile*. Os resultados indicaram a notável capacidade de rebrota e o rápido crescimento dos indivíduos de *A. humile* após incêndios, evidenciando a relevância desses mecanismos como principais impulsionadores da reprodução sexual e, consequentemente, resiliência desta espécie no bioma cerrado.

A polinização das espécies de cajuzinho é feita, em sua maioria, por abelhas, borboletas, formigas e por aves, tal como o beija-flor, visto que esta ave é frequentemente vista em áreas mais abertas como cerrado, campo sujo, caatinga e campos rupestres. O lobo guará e raposa-do-campo podem ser os maiores dispersores de sementes para outras áreas, contribuindo assim para a germinação de novas plantas (Breu-Júnior; Kohler, 2009; Carvalho *et al*., 2012).

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

3.4 Composição Química e Benefícios à Saúde

A ampla gama de estudos que exploram a composição química, propriedades medicinais e características agronômicas do caju da espécie *Anacardium occidentale* L. tem sido objeto de muitos estudos, provavelmente, devido à sua relevância econômica, versatilidade culinária e potencial nutricional (Ramasamy, 2023). No entanto, o caju anão, ou cajuzinho do cerrado (*Anacardium humile*), espécie específica do cerrado brasileiro, tem recebido comparativamente menos atenção na literatura científica, que pode ser devido a uma distribuição geográfica mais restrita, ao contrário da espécie *Anacardium occidentale* L. que é amplamente cultivado em diversas regiões tropicais (Santos; Carvalho; Davide, 2020). Tal ausência de dados abrangentes pode limitar o interesse dos pesquisadores, uma vez que a disponibilidade de informações prévias é crucial para estimular novas pesquisas.

Apesar de escassos, estudos sobre as propriedades biológicas e farmacológicas de *Anacardium humile* indicam seu potencial terapêutico e nutricional. Pesquisas como a de Lima Júnior *et al.* (2021) revelam que o extrato etanólico da planta e suas frações orgânicas apresentam atividades antioxidantes, antiglicantes e inibidoras da enzima α-amilase, sugerindo seu uso como suplemento alimentar e agente terapêutico, especialmente para condições como diabetes. Urzêda *et al.* (2013) destacam a eficácia do extrato aquoso do caule na regulação da glicemia em ratos diabéticos. Além disso, as infusões das folhas e cascas são utilizadas como agentes antieméticos, diuréticos e no tratamento de úlceras e gastrites, atribuídas à presença de compostos como taninos, flavonoides, alcaloides e terpenoides (Royo *et al.*, 2015).

Com relação a composição proximal, o cajuzinho do cerrado, segundo a literatura, apresentou 84,79% de umidade, 0,26% de cinzas, 0,32% de lipídeos, 1,68% de proteínas, 13,21 de açúcares totais, 62, 46 kcal/100g de valor energético e 5,95 mg.100g^{-1} de carotenóides (Carelle *et al.*, 2021). Um estudo conduzido por Santos *et al.* (2023), através da espectrometria de massa de alta resolução, revelou um perfil metabólico abrangente e um alto teor de polifenóis bioativos em frutos de cajuzinho do cerrado, evidenciando seu que potencial significativo do ponto de vista biotecnológico. Os autores encontraram no fruto diferentes classes de metabólitos secundários incluindo terpenos, esteroides, flavonoides (principalmente flavonois O-glicosil ligados a açúcares, glicose e ramnose), taninos, quinonas, cumarinas, ácidos fenólicos e fenóis simples, além de muitos metabólitos primários, como ácidos carboxílicos, açúcares e aminoácidos.

Oliveira *et al.* (2023) em seu estudo, identificou 11 compostos fenólicos em frutas frescas de cajuzinho do cerrado, incluindo 5 flavonois, 3 ácidos hidroxicinâmicos e 2 taninos hidrolisáveis, este sendo os possíveis responsáveis pela adstringência do pseudofruto. Rocha *et al.* (2013), em seu

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

estudo, caracterizou físico-quimicamente e determinou a atividade antioxidante in vitro, pelo método DPPH, da cagaita (*Eugenia dysenterica*), cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile*), chichá (*Sterculia striata* N.), jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* M.) e macaúba (*Acrocomia aculeata* M.), frutos típicos do cerrado brasileiro. Os resultados obtidos para os compostos bioativos estudados demonstraram que todos os frutos apresentaram quantidade elevada de vitamina C, destacando-se o cajuzinho-do-cerrado com 500 mg/100g, além de 82,6 $g.100g^{-1}$ de umidade, 0,3 $g.100g^{-1}$ de lipídios, 0,3 $g.100g^{-1}$ de cinzas, 3,1 $g.100g^{-1}$ de proteínas, 15,7 $g.100g^{-1}$ de carboidratos, 51,15 mg GAE / 100 g de compostos fenólicos, 133,13 $\mu g.100g^{-1}$ de β-caroteno e valor calórico de 69,9 kcal.

O valores de compostos fenólicos encontrados para o cajuzinho do cerrado o coloca como uma fruta com boa fonte destes componentes, se compará-lo com a polpa de outras frutas normalmente consumidas no Brasil, tais como maracujá, abacaxi e cupuaçu (20,0 a 21,7 mg de $AGE.100g^{-1}$), goiaba (83 mg de $AGE.100g^{-1}$) uva e açaí (117,1 a 136,8 mg de $AGE.100g^{-1}$), morango (203-223 $AGE.100g^{-1}$), amora-preta (241,7 $AGE.100g^{-1}$), ou manga (544,9 mg de $AGE.100g^{-1}$) (Ferreira; Rosso; Mercadante *et al.*, 2010). Ademir *et al.* (2002) apresentam valores de vitamina C no cajuzinho do cerrado variando entre 205,05 e 247,48 mg/100 g, superando as recomendações diárias para adultos de 75 a 90 mg.

4 CONCLUSÃO

O cajuzinho do cerrado, *Anacardium humile*, desempenha um papel essencial no ecossistema brasileiro, oferecendo recursos vitais para a fauna local e contribuindo para a biodiversidade. Apesar de sua importância, a pesquisa sobre esta espécie específica é limitada, apresentando lacunas significativas em relação à sua propagação, colheita e armazenamento. s perspectivas futuras para a pesquisa do cajuzinho do cerrado são promissoras, oferecendo um campo vasto para investigações aprofundadas que preencham essas lacunas, incluindo estudos sobre sua ecologia, genética, adaptações ao ambiente do cerrado e impactos das atividades humanas em suas populações.

REFERÊNCIAS

ABREU-JÚNIOR, E. F.; KÖHLER, A. Mammalian fauna of medium and large sized in the RPPN of UNISC, RS, Brasil. **Biota Neotrop**. v. 9, n. 4, p. 169-174, 2009.

CARELLE, J. S.; SILVA, G. R..; RIBEIRO, R. V.; VICENTE NETO, J.; SANTOS, É. L. Composição nutricional de frutos do Cerrado mato grossense: cajuzinho do cerrado (*Anacardium humile* A.St.-Hil.), curriola (*Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk.) e inharé (*Brosimum gaudichaudii* Trécul). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 80, p. 1–8, 2021.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

CARVALHO, P. C. L.; RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. dos S.; LEDO, C. A. da S. Morphological physical and chemical characteristics of fruits of umbu-cajazeira populations in the State of Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 140–147, 2008.

CARVALHO, R. S.; PINTO, J. F. N.; REIS, E. F.; SANTOS, S. C.; DIAS, L. A. dos S. Genetic variability of bushy cashew (*Anacardium humile St.* Hill.) through rapd markers. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 1, p. 227–233, 2012.

CARVALHO, P. C. L.; RITZINGER, R.; SOARES FILHO, W. S.; LEDO, C. A. da S. Application of response surface methodology in the characterization and sensorial analysis of Anacardium humile liqueur. **Food Chemistry Advances**, Reino Unido, v. 3, n. 100533, p. 1-7, 2023.

EGWIM, E. Hypoglycemic potencies of crude ethanolic extracts of cashew roots and unripe pawpaw fruits in guinea pigs and rats. **Journal of Herbal Pharmacotherapy**, v. 5, n. 1, p. 27–34, 2005.

FERREIRA, D. S.; ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. Bioactive compounds of blackberry fruits (*Rubus* spp.) grown in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 664–674, 2010.

GORDON, A.; FRIEDRICH, M.; MATTA, V. M.; MOURA, C. F. H.; MARX, F. Changes in phenolic composition, ascorbic acid and antioxidant capacity in cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) during ripening. **Fruits**, v. 67, n. 4, p. 267–276, 2012.

JAISWAL, Yogini.; PRATIMA, T.; ASHOK, V. Antidiabetic activity of extracts of Anacardium occidentale Linn. leaves on n-streptozotocin diabetic rats. **Journal of Traditional and Complementary Medicine**, v. 7, n. 4, p. 421–427, 2017.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Wild fruits and pulps of frozen fruits: antioxidant activity, polyphenols and anthocyanins. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1283–1287, 2006.

LIMA JÚNIOR, J. P.; FRANCO, R. R.; SARAIVA, A. Lopes.; MORAES, I. B.; ESPINDOLA, F. S. *Anacardium humile* St. Hil as a novel source of antioxidant, antiglycation and α-amylase inhibitors molecules with potential for management of oxidative stress and diabetes. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 268, n. 113667, 2021.

MENEZES, F. N. D. D.; CRUZ ALMEIDA, É. T.; SILVA VIEIRA, A. R.; SOUZA AQUINO, J.; Santos Lima, M.; MAGNANI, M.; SOUZA, E. L. Impact of Cashew (*Anacardium occidentale* L.) by-Product on Composition and Metabolic Activity of Human Colonic Microbiota In Vitro Indicates Prebiotic Properties. **Current Microbiology**, v. 78, n. 6, p. 2264–2274, 2021.

NAIR, R.; MELNICK, S.; WNUK, S.; RAPP, M.; ESCALON, E.; RAMACHANDRAN, C. Isolation and characterization of an anticancer catechol compound from Semecarpus anacardium. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 122, n. 3, p. 450–456, 2009.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A study of the origin of central brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. **Edinburgh Journal of Botany**, Endimburgo, v. 52, n. 2, p. 141–194, 1995.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

ROCHA, M. S.; FIGUEIREDO, R. W.; ARAÚJO, M. A. da M.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. Physical and chemical characterization and antioxidant activity (in vitro) of fruit of the Piaui savanna. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 933–941, 2013.

ROYO, V.; MERCADANTE-SIMÕES, M. O.; RIBEIRO, L.; OLIVEIRA, D.; AGUIAR, M. M.; COSTA, E.; FERREIRA, P. R. Anatomy, Histochemistry, and Antifungal Activity of A*nacardium humile* (Anacardiaceae) Leaf. **Microscopy and Microanalysis**, v. 21, n. 6, p. 1549–1561, 2015.

SANTOS, G.; LIMA, N.; LIMA, G.; ROQUE, J.; PREET, G.; OPPONG-DANQUAH, E.; ANDRADE, T.; JASPARS, M.; VAZ, B. G. Mass spectrometry-based untargeted metabolomics approaches for comprehensive structural annotation of bioactive metabolites from bushy cashew (*Anacardium humile*) fruits. **South African Journal of Botany**, Cabo Ocidental, v. 163, p. 121–134, 2023.

SANTOS, S. C.; CARVALHO, R. Dos S.; DAVIDE, L. M. C. Genetic polymorphism among natural populations of *Anacardium humile* A. ST-HIL. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 42, n. 1, p. e-476, 21 fev. 2020.

SANTOS, R. da C.; SANTOS, J. Genetic divergence for multivariate analysis of phenotypic characters of A*nacardium humile* (St. Hilaire). **Revista Ceres**, v. 62, n. 6, p. 553–560, 2015.

SOARES, T. N.; SANT'ANA, L. de L.; OLIVEIRA, L. K. de.; TELLES, M. P. de C.; COLLEVATTI, R. G. Transferability and characterization of microssatellite loci in *Anacardium humile* A. St. Hil. (Anacardiaceae). **Genetics and molecular research: GMR**, v. 12, n. 3, p. 3146–3149, 2013.

SOUSA, D. G.; CUNHA, H. F. Structural assessment of a population of *Anacardium humile* subjected to fire during different periods of the year. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 401–408, 2020.

SOUSA, D. G.; CUNHA, H. F. Population structure, spatial distribution and phenology of *Anacardium humile* A. St.-Hil. (Anacardiaceae) in cerrado *stricto sensu*. **Hoehnea**, v. 45, n. 3, p. 450–467, 2018.

SUNDARAM, R.; KARUPPAIAH, M.; SHANTHI, P.; SACHDANANDAM, P. Acute and sub acute studies of catechol derivatives from Semecarpus anacardium. **Toxicology Reports**, v. 5, p. 231–239, 2018.

TAIWO, B.; FATOKUN, A.; OLUBIYI, O.; BAMIGBOYE-TAIWO, O.; VAN HEERDEN, F.; WRIGHT, C. W. Identification of compounds with cytotoxic activity from the leaf of the Nigerian medicinal plant, Anacardium occidentale L. (*Anacardiaceae*). **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, v. 25, n. 8, p. 2327–2335, 2017.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

CAPÍTULO 9

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E ESTRUTURAIS DA CÚRCUMA EM PÓ (*Curcuma longa* L.) PARA POTENCIAL UTILIZAÇÃO NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA

Aryane Ribeiro Oliveira
Universidade Estadual de Goiás, Brasil

Alline Emannuele Chaves Ribeiro
Universidade Federal de Goiás, Brasil

Érica Resende de Oliveira
Universidade Federal de Goiás, Brasil

Marina Costa Garcia
Universidade Federal de Goiás, Brasil

Ítalo Careli-Gondim
Universidade Federal de Goiás, Brasil

Márcio Caliari
Universidade Federal de Goiás, Brasil

Manoel Soares Soares Junior
Universidade Federal de Goiás, Brasil

DOI: 10.52832/wed.100.607

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar as propriedades físico-químicas e estruturais de cúrcuma em pó (CP), buscando contribuir para incremento de sua utilização na indústria de alimentos. A CP apresentou 50,33 g 100 g^{-1} de carboidratos, que contribuiu para o seu valor energético elevado, apresentou expressivo teor de compostos fenólicos (1175,01 mg de ácido gálico 100 g^{-1}), com capacidade antioxidante moderada (37,53% de sequestro de radicais DPPH), apresentou padrão de difração de raio-X típico de rizomas Tipo B com índice de cristalinidade relativa de 5,85%. Apresentou temperatura inicial de gelatinização em 72,49 °C (T_{on}) com pico em 73,19, finalizando em 79,48 ºC (T_{in}) com entalpia de gelatinização de 7,32 J g^{-1}. A temperatura de pasta analisada no viscoamilograma foi de 85,54 °C. O espectro de infravermelho evidenciou a presença de ligações características de água, ácidos graxos, açúcares e compostos aromáticos. A CP constitui um ingrediente promissor no desenvolvimento de novos produtos alimentícios com valor nutricional agregado, agregando valor nutricional e potencialmente oferecendo benefícios à saúde para os consumidores.

Palavras-chave: Absorção de água e óleo. Composição centesimal. Propriedades térmicas. Solubilidade em água. Valor nutricional.

1 INTRODUÇÃO

Escrito em espaço A cúrcuma (*Curcuma longa* L.) é uma planta herbácea pertencente à família *Zingiberaceae* muito cultivada como condimento para dar cor e sabor aos alimentos em países sul asiáticos, Índia, Indonésia, China, Kuwait, sendo a Índia o maior produtor mundial. No Brasil, o rizoma de cor amarelo-alaranjado é popularmente conhecido como açafrão e muito cultivado na região Centro-Oeste do país (Berni *et al.*, 2014).

O rizoma é rico em curcuminóide denominado curcumina (3-4 mg 100 g^{-1}), conhecida pela sua alta capacidade antioxidante (Zhang *et al.*, 2017a). Esse composto bioativo possui atividade antifúngica, antibacteriana, antiviral, anti-inflamatória, sendo considerado um alimento funcional, pois, é capaz de suprir funções relacionadas aos mecanismos de defesa do organismo, prevenção e recuperação de doenças (Cuong *et al.*, 2015). Devido suas propriedades funcionais, a cúrcuma tem sido estudada para avaliação do uso dessa substância como aditivo alimentar.

Nesse contexto, a farinha de cúrcuma pode ser uma alternativa em substituição ao uso de aditivos sintéticos para conferir cor a alimentos. Além disso, devido à presença de compostos nutracêuticos, pode conferir aos alimentos ao qual foram adicionadas propriedades nutricionais. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades físico-químicas e estruturais da cúrcuma em pó, visando contribuir para ampliação de sua utilização como ingrediente pela indústria de alimentos.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Materiais

A cúrcuma foi cultivada no município de Mara Rosa, Goiás, Brasil, e adquirida em pó no comércio local de Goiânia-GO, Brasil.

2.2 Métodos

O tamanho das partículas foi determinado em um granulômetro (Bertel, 4819, Caieiras, Brasil), segundo metodologia utilizada por Zanotto e Bellaver (1996). Para a microscopia eletrônica de varredura a amostra foi colocada em suportes de alumínio (stubs) e recoberta com uma película de ouro no aparelho, e observados no Microscópio Eletrônico de Varredura (Jeol, JSM – 6610, São Paulo, Brasil).

O padrão de difração de raios-X foi obtido com um difratômetro de bancada (Arl-Zeiss, URD6, Jena, Alemanha), de acordo com a metodologia reportada por Weber, Collares-Queiroz e Chang (2009) e a cristalinidade relativa foi calculada conforme método descrito por Nara e Komiya (1983). As análises de espectroscopia de absorção na região do infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) foram realizadas em equipamento (Bomem Hartmann; Braun, MB 102, Quebec, California).

A cor foi analisada através de colorímetro (Bankinh Meter Minolta, BC-10, Ramsey, USA). As propriedades térmicas foram determinadas utilizando um calorímetro diferencial de varredura (*TA* Instruments, *Q20, New Castle, UK*), baseando-se na metodologia descrita por Weber, Collares-Queiroz e Chang (2009).

As propriedades de pasta foram obtidas em equipamento *Rapid Visco Analyser* (Perten, RVA 4500, Huddinge, Suécia) na concentração de 3,5 g por 25 mL de água destilada. O índice de solubilidade em água (ISA) foi determinado segundo Anderson *et al.* (1969), calculado pela relação entre a massa do resíduo seco do sobrenadante (resíduo da evaporação). Para a determinação do índice de absorção de óleo (IAO) também foi utilizado a metodologia proposta por Anderson *et al.* (1969), substituindo a água pelo óleo de soja. O IAO foi obtido pela relação entre a massa do resíduo centrifugado pela amostra em base seca.

Os teores de umidade, lipídios, proteínas, cinzas e fibra alimentar total foram determinados pelos métodos descritos em *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2012). O teor de carboidratos foi calculado pela diferença. Para a atividade antioxidante foi utilizado o método de captura de radicais DPPH (2,2 difenil-1-pricril-hidrazil) (Rufino *et al.*, 2007). Os compostos fenólicos totais foram quantificados pelo método de *Folin-Ciocalteau*, como descrito por Singleton

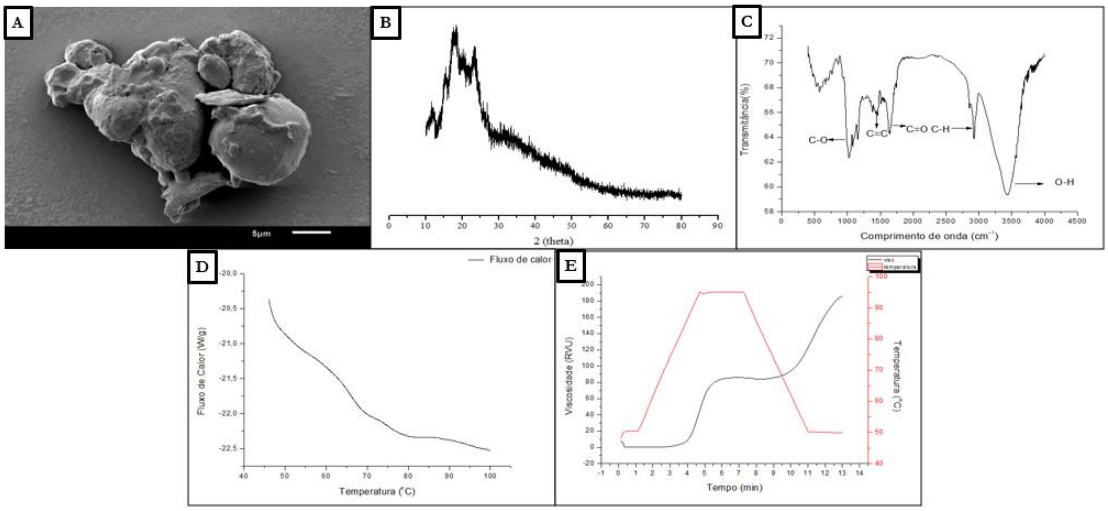
DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

e Rossi (1965). A partir dos dados obtidos foram calculados as médias, os desvios-padrão e os coeficientes de variação, com auxílio do aplicativo software *Statistica 7.0*. (Statsoft, São Caetano do Sul, Brasil).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cúrcuma em pó apresentou 80,12% de retenção na peneira de 0,842 mm e 18,47% na peneira de 0,25 mm, com módulo de finura (MF) de 4,97. O índice de uniformidade (IU) foi de 80% de partículas médias e 19% de partículas finas, e o diâmetro médio das partículas (DGM) foi de 2,85 mm.

Figura 1 - Micrografia eletrônica varredura de cúrcuma em pó com de 5000x (A), difratograma de raio-X (B), espectro de absorção do infravermelho da farinha de cúrcuma em pó (C) e Perfil viscoamilográfico da cúrcuma em pó.



Fonte: Autores, 2024.

A microscopia eletrônica de varredura revelou partículas com aspecto irregulares e superfície rugosa (Figura 1A). Grânulos de amido intactos foram observados agregados a outras substâncias, provavelmente não amiláceas. O tamanho e a forma (circular, achatado) dos grânulos de amido presente na CP podem ser variáveis de acordo com estádio de desenvolvimento da planta e forma de tuberização (Leonel, 2007).

A cúrcuma em pó apresentou picos de intensidade no ângulo de difração 2θ em 15°, 17,55°, 22,80° e 24,06 (Figura 1B), indicando padrão de cristalinidade tipo B, característicos de amidos presente em rizomas e tubérculos (Zhang *et al.,* 2017b). Tal resultado corrobora com os resultados obtidos para amido de cúrcuma analisado por Braga, Moreschi e Meireles (2006), com picos

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

próximos a 17°, 22° e 24 também com padrão do tipo B. A CP obteve 5,85% de cristalinidade relativa (C_{rel}). Essa baixa região de cristalinidade pode ser explicada pelo teor elevado de amilose (25 - 48 %) presente no amido desse tubérculo que, segundo a literatura, correlaciona-se negativamente com o grau de cristalinidade do material (Braga; Moreschi; Meireles, 2006). De acordo com o espectro de infravermelho apresentado na figura 1C para a cúrcuma, foi observado banda próxima a 3400 cm^{-1} que corresponde ao estiramento do grupamento O-H presente na molécula de água (Figura 3), banda próxima de 1030 cm^{-1} que corresponde ao alongamento da vibração do grupamento C-O, podendo estar relacionada à estrutura ordenada do amido presente na farinha (Rohaet *et al*., 2015). Os picos agudos em 1436 cm^{-1} (Figura 3) são típicos de compostos aromáticos com grupamento C=C do anel benzeno e vibrações do grupamento C-H de curcumina, pigmento presente na CP (Govindaraj; Kandasubramanjan; Kodan, 2014).

A cúrcuma em pó apresentou temperatura inicial de gelatinização (T_i) em 72,49ºC, com pico em 73,19 ºC (T_p) terminando em 79,48 ºC (T_f) (Figura 1D), indicando que a temperatura ambiente, as farinhas de CP apresentam caráter estável sem separação de fases e, além disso, tais resultados indicam que a CP necessita de temperaturas relativamente altas para fundir suas estruturas moleculares e ocorrer a gelatinização da pasta (Aggarwal *et al*., 2004). O baixo valor de ΔH_{gel} (7,32 J g^{-1}) indica que as moléculas presentes apresentam uma menor orientação molecular (Srichuwong *et al*., 2005).

A temperatura de pasta da cúrcuma em pó (85,47 ± 0,05) (Figura 1D) foi similar aos valores reportados por Braga, Moreschi e Mireles (2006), 85 a 86 RVU para amido de cúrcuma, e próximo aos resultados obtidos pelos mesmos autores para amido de gengibre (86,6 a 86,5 RVU). A cúrcuma em pó exibiu viscosidade estável, com ligeira viscosidade de quebra (1,63 RVU ± 0,45), sugerindo que a CP tem alta estabilidade frente ao aquecimento e agitação (Leon *et al*., 2010). A CP apresentou certa tendência a retrogradação, com viscosidade alta (102,47 RVU ± 0,09). Durante o resfriamento da suspensão de CP, a viscosidade da pasta aumentou até o final da análise a uma temperatura de 50º C (Figura 1E). A viscosidade final da cúrcuma em pó (186,79 RVU ± 0,21) foi pouco abaixo da viscosidade final de batata doce (211 RVU) (Gonçalves *et al*., 2009).

Com relação ao IAA, houve aumento significativo (≤ 0,05) deste parâmetro à medida que houve o aumento da temperatura, porém não houve diferença significativa nas temperaturas de 70, 80, 90ºC (Tabela 1). Assim como o IAA, o índice de solubilidade em água aumentou com o aumento da temperatura, não havendo diferença significativa entre as temperaturas de 70, 80 e 90°C (Tabela 1).

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Tabela 1 - Índice de absorção de água (IAA), índice de solubilidade em água (ISA) e índice de absorção de óleo (IAO) de cúrcuma em pó.

Temperatura (ºC)	[1]IAA	[2]IAO	[3]ISA
25	$2,96^{b} \pm 0,04$	$1,99 \pm 0,005$	$7,70^{b} \pm 0,15$
60	$3,38^{b} \pm 0,02$	-	$7,61^{b} \pm 0,015$
70	$5,79^{a} \pm 0,23$	-	$8,38^{a} \pm 0,21$
80	$5,89^{a} \pm 0,25$	-	$8,60^{a} \pm 0,2$
90	$5,48^{a} \pm 0,08$	-	$8,69^{a} \pm 0,41$

[1]Valores correspondem à média ± desvio-padrão (g gel/g de matéria seca); [2] Valores correspondem à média ± desvio-padrão (g .g de matéria seca); [3] Valores correspondem à média ± desvio-padrão (%). Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de 5%.

Fonte: Autores, 2024.

O aumento da solubilidade em água com o aumento da temperatura, observada na cúrcuma em pó, pode ser devido ao rompimento da estrutura granular do amido presente na CP com lixiviação da molécula de amilose em temperatura acima de 60ºC, aumentando seu poder de solubilidade em água, o que corrobora com os resultados obtidos na análise de propriedade de pasta, onde a cúrcuma em pó começou a demonstrar características de pasta acima de 60°C (Figura 1D).

O índice de absorção de óleo da cúrcuma em pó (Tabela 1) refletiu sua capacidade emulsificante. Produtos pulverulentos com capacidade de absorção de óleo podem ajudar a melhorar a sensação na boca, aumentar a retenção de sabor e facilitar a ligação da estrutura (Suriya *et al.*, 2016).

A CP apresentou luminosidade elevada (62,86) estando próxima da coloração branca. A coordenada a* apresentou valor positivo (16,84) indicando uma tendência da farinha à coloração vermelha. O valor encontrado para a coordenada b* foi positivo (59,51) aproximando-se da coloração amarela com tonalidade (C*) relativamente alta (61,84) e intensidade de cor (Hue) tendendo ao amarelo-alaranjado (74,19). Essa tonalidade tendendo ao amarelo-alaranjado na CP é, possivelmente, devido ao alto teor de pigmentos curcuminoides que apresentam essa tonalidade e

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

estão presentes no rizoma em concentrações que variam de 4 a 6 mg 100 g^{-1} segundo a literatura (Grynkiewicz; Ślifirski, 2012).

A farinha de cúrcuma em pó apresentou umidade (Tabela 2) que assegura sua estabilidade microbiológica durante o armazenamento. As cinzas foram os componentes em menor quantidade em relação aos demais (proteínas, lipídeos e fibras), porém, em quantidades expressivas.

Tabela 2 - Composição centesimal da cúrcuma em pó.

Componentes	**Valor**
Umidade	11,77±0,009
Cinzas[1]	4,76±0,06
Proteínas[1]	8,27±0,30
Lipídeos[1]	7,02±0,44
Fibra alimentar total[1]	17,84±0,39
Carboidratos Totais[1]	50,33±0,90
Valor energético[2]	266,24 ±0,97
Compostos fenólicos[3]	1175,03±1,02
Antioxidantes[4]	37,53±1,32

Os valores apresentam média de triplicata ± Desvio Padrão; [1] g 100 g^{-1} (b.s); [2] kcal 100 g^{-1} (b.u); [3] mg de ácido gálico 100 g^{-1}; [4] % de sequestro de radicais DPPH.

Fonte: Autores, 2024.

O teor de proteínas e lipídeos foi expressivo (Tabela 2), e próximo ao reportado por Ascheri *et al.* (2010) para rizomas de lírio-do-brejo (7,51 g 100 g^{-1}, 7,5 g 100 g^{-1}, respectivamente). Em relação à fibra alimentar total, a cúrcuma em pó apresentou valor abaixo do valor reportado por Krishnakumar *et al.* (2015) para farinha de cúrcuma fresca. A CP apresentou teor de compostos fenólicos totais dentro da faixa obtida por Beal (2006), para gengibre (846,37 a 1409,05 mg de ácido gálico 100 g^{-1}). A atividade antioxidante da farinha obtida no presente estudo, foi maior que de vegetais como rabanete (29,06 %), couve (19,87 %), cenoura (17,99 %), e repolho (15,53%), e menor que o brócolis e beterraba (51,95 % e 44,59% respectivamente), alface lisa, cebola branca e couve-flor (60 a 70%), vegetais comumente consumidos no Brasil (Melo *et al.*, 2006; Melo; Faria, 2014)

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

4 CONCLUSÃO

Em suma, percebe-se que o pó de cúrcuma emerge como um ingrediente promissor para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios, agregando valor nutricional e potencialmente oferecendo benefícios à saúde para os consumidores.

REFERÊNCIAS

AGGARWAL, V.; SINGH, N.; KAMBOJ, S. S.; BRAR, P. S. Some properties of seeds starches separated from different Indian pea cultivars. **Food Chemistry**, v. 85, n. 4, p. 585-590, 2004.

ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. F.; GRIFFIN JUNIOR, E. L. Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion-cooking. **Cereal Science Today**, v. 14, n. 1, p. 44-11, 1969.

AOAC. AssociationOf Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the AOAC International**.19th ed. Washington: AOAC; 2012.

ASCHERI, D. P. R.; MOURA, W. De S.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. P. de. Caracterização física e físico-química de rizomas e amido do lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 2, p. 159–166, 2010.

BEAL, B. H. **Atividade Antioxidante e Identificação dos Ácidos Fenólicos do Gengibre (Zingiber officinale Roscoe).** 2006. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2006.

BERNI, R. F.; CHAVES, F. C. M.; PINHEIRO, J. B.; VAZ, A. P. A. Produção de açafrão em função de acessos e do peso de rizomas-semente. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 16, n. 3, p. 765-770, 2014.

BRAGA, M. E. M.; MORESCHI, S. R. M.; MEIRELES, M. A. de A. Effects of extraction with supercritical fluid in Curcuma longa L. and Zingiber officinale R. starches. **Carbohydrate Polymers**, v. 63, n. 3, p. 340-346, 2006.

CUONG, N. V.; HAN, P. N. N.; HOANG, N. K.; GIANG, N. N. L. Preparation, characterization and antibacterial curcumin encapsulated chitosan-PAA silver nanocomposite films. In: 5 th International Conference on Biomedical Engineering in Vietnam. **Springer International Publishing**, p. 58-61, 2015.

GONÇALVES, Maria Flávia Vaz.; SARMENTO, Silene Bruder Silveira.; DIAS, Carlos Tadeu dos Santos.; MARQUEZINI, Natália. Tratamento térmico do amido de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) sob baixa umidade em microondas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** v. 29, n. 2, p. 270-276, 2009.

GOVINDARAJ, P.; KANDASUBRAMANIAN, B.; KODAM, K. M. Molecular interactions and antimicrobial activity of curcumin (*Curcuma longa*) loaded polyacrylonitrile films. **Materials Chemistry and Physics**, v. 147, n. 1, p. 934-941, 2014.

GRYNKIEWICZ, Grzegorz.; ŚLIFIRSKI, Piotr. Curcumin and curcuminoids in quest for medicinal status. **Acta Biochimica Polonica**, v. 59, n. 2, p. 201-212, 2012.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

KRISHNAKUMAR, I. M.; KUMAR, D.; NINAN, E.; KUTTAN, R.; MALIAKEL, B. Enhanced absorption and pharmacokinetics of fresh turmeric (*Curcuma longa* L.) derived curcuminoids in comparison with the standard curcumin from dried rhizomes. **Journal of Functional Foods**, v. 17, n. 1, p. 55-65, 2015.

LEON, E.; PISTON, F.; AOUNI, R.; SHEWRY, P. R.; ROSELL, C. M.; MARTIN, A.; BARRO, F. Pasting properties of transgenic lines of a commercial bread wheat expressing combinations of HMW glutenin subunit genes. **Journal of Cereal Science**, v. 51, n. 3, p. 344-349, 2010.

LEONEL, M. Analysis of the shape and size of starch grains from different botanical species. **Food Science and Technology**, v. 27, n. 3, p. 579-588, 2007.

MELO, C. M. T.; FARIA, J. V. Composição centesimal, compostos fenólicos e atividade antioxidante em partes comestíveis não convencionais de seis olerícolas composition, phenolic compound sandantioxi danta ctivity in conventional note diblepart s of six vegetables. **Revista Biociencia**, v. 30, n. 1, p. 93-100, 2014.

MELO, E. de A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G..; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. da S.; NASCIMENTO, R. J. Antioxidant capacity of vegetables commonly consumed. **Food Science and Technology**, v. 26, n. 3, p. 639-644, 2006.

NARA, S.; KOMIYA, T. Studies on the relationship between water-satured state and crystallinity by the diffraction method for moistened potato starch. **Starch/Stärke**, v. 35, n. 12, p. 407-41-, 1983

ROHAET, E.; RAFI, M.; SYAFITRI, U. D.; HERYANTO, R. Spectroscopy combined with chemometrics Infrared paragraph to Curcuma longa discrimination, Curcuma xanthorrhiza and ZingiberCassumunar. **Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 137, n. 1, p. 1244-1249, 2015.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de.; MORAIS, S. M. de.; SAMPAIO, C. de G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH.** Fortaleza (CE): Embrapa, p. 1-4, 2007. (Comunicado técnico 127).

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 20, n. 2, p. 144-158, 1965.

SRICHUWONG, S..; SUNARTI, T. C.; MISHINA, T.; ISONO, N.; HISMATSU, M. Sarches from different botanical sources II; Contribution of starch structure to swelling and pasting properties. **Carbohydrate Polymers**, v, 62, n. 1, p. 24-34, 2005.

SURIYA, M.; BARANWAL, G.; BASHIR, M.; REDDY, C. K..; HARIPRIYA, S. Influence of blanching and drying methods on molecular structure and functional properties of elephant foot yam (*Amorphophallus paeoniifolius*) flour. **LWT - Food Science and Technology**, v. 68, n. 1, p. 235-243, 2016.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

WEBER, F. H.; COLLARES-QUEIROZ, F. P.; CHANG, Y. K. Physicochemical, rheological, morphological, and thermal characterization of normal, waxy, and high amylose corn starches. **Food Science and Technology**, v. 29, n. 4, p. 748-753, 2009.

ZANOTTO, D. L..; BELLAVER, C. **Método de determinação de granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, p. 1-5, 1996. (Comunicado técnico, 215).

ZHANG, L.; YANG, Z.; CHEN, F.; SU, P.; CHEN, D.; PAN, W.; FANG, Y.; DONG, C..; ZHENG, X.; DU, Z. Composition and bioactivity assessment of essential oils of *Curcuma longa* L. collected in china. **Industrial and Crops and Products**, v. 109, n. 1, p. 60-73, 2017a.

ZHANG, L..; LI, G.; WANG, S.; YAO, W.; ZHU, F. Physicochemical properties of maca starch. **Food Chemistry**, v. 218, n. 1, p. 56-63, 2017b.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

CAPÍTULO 10

BIOPROSPECÇÃO DE ESPÉCIES VEGETAIS DA FAMÍLIA LAMIACEAE: ANÁLISE FITOQUÍMICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Julianne Rocha de Araújo
Centro Universitário Maurício de Nassau, São Luís – MA, Brasil

Joana Vitória Pereira Cutrim Rocha
Centro Universitário Maurício de Nassau, São Luís – MA, Brasil

Nádia Leticia Silva Chaves
Centro Universitário Maurício de Nassau, São Luís – MA, Brasil

Ana Paula Muniz Serejo
Centro Universitário Maurício de Nassau, São Luís – MA, Brasil

Maria Cristiane Aranha Brito
Centro Universitário Maurício de Nassau, São Luís – MA, Brasil

DOI: 10.52832/wed.100.608

RESUMO

O uso de plantas medicinais tem crescido recentemente devido às suas múltiplas propriedades biológicas e farmacológicas que têm sido cientificamente comprovadas. Neste estudo, as espécies *Origanum vulgare* L. e *Ocimum gratissimum* L. da família Lamiaceae, foram selecionadas com a finalidade de conduzir análises fitoquímicas e da atividade antioxidante dos extratos das suas folhas. O material vegetal foi submetido à maceração por 14 dias, em hidromómodulos de 1:6, 1:8 e 1:10 (m/v) com etanol à 70% como solvente. Os extratos foram submetidos aos testes de prospecção fitoquímica e teor de polifenóis e com uso do reagente de Folin-ciocalteu. Ambas as espécies apresentaram alcaloides, taninos condensados e diversas classes de flavonoides. Através do teste de teor de polifenóis totais, a espécie *O. gratissimum L.* obteve como resultados 25,25 µgGA/ml, 17 µgGA/ml, 16,5 µgGA/ml, enquanto *O. vulgare* L. apresentou 74,12 µgGA/ml, 44,72 µgGA/ml, 69,25 µgGA/ml nos hidromódulos 1:6, 1:8 e 1:10 respectivamente. Este estudo confirma as atividades biológicas promissoras das espécies analisadas e a presença de compostos fenólicos sugere potencial antioxidante. As espécies *O. gratissimum L.* e *O. vulgare* L. exibiram amplo potencial bioprospector, com resultados que indicam potencial para o desenvolvimento de bioprodutos.

Palavras-chave: Bioprospecção. *Ocimum gratissimum* L. *Origanum vulgare* L. Plantas medicinais.

1 INTRODUÇÃO

O ser humano, em busca de uma melhor fonte de cura, gradualmente voltou a utilizar plantas medicinais como alternativa à medicina convencional, visto que ainda mais propriedades farmacológicas dessas plantas foram comprovadas cientificamente para o tratamento de doenças (Ikpeazu *et al.*, 2018).

Desde a antiguidade, as plantas têm suscitado grande interesse pelos benefícios que trazem para a saúde humana. Em particular, algumas espécies de plantas, para além das suas características aromáticas, constituem uma fonte natural de diversos compostos bioativos nomeadamente compostos fenólicos, que têm sido associados a propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, entre outras (Ferreira *et al.*, 2017). Os benefícios derivados das ervas medicinais, incluem a presença de antioxidantes, que contribuem para sua extensa utilização até os dias atuais, não apenas na área da saúde, mas também na culinária (Ulewicz-Magulska; Wesolowski, 2023).

A família botânica Lamiaceae, composta por uma diversidade de plantas herbáceas, possui uma importância marcante na região do Mediterrâneo devido às suas reconhecidas propriedades medicinais e aromáticas (Zejli *et al.*, 2023). Dentre estas espécies, o *Origanum vulgare* L., conhecido como orégano ou manjerona selvagem, constitui-se de uma planta aromática que apresenta uma ampla diversidade morfológica e química (Oniga *et al.*, 2018).

Tanto a espécie *Origanum majorana* quanto *Origanum vulgare* L. têm desfrutado de uma extensa aplicação nas áreas agrícola, farmacêutica e cosmética. Além de serem reconhecidas como ervas culinárias, são frequentemente empregadas como agentes aromatizantes em alimentos, bebidas, e

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

na produção de perfumes, graças à sua característica fragrância picante (Sakurai *et al.*, 2016). A utilização popular da espécie vegetal *Origanum Vulgare* L. tem sido relatada em distintas publicações científicas que abordam propriedades antissépticas, antimicrobianas, anti-inflamatórias, antiespasmódicas e larvicidas (Ramos; Souza, 2021; Siqueira *et al.*, 2021; Trindade, 2017).

Ocimum gratissimum L. (Alfavacão ou Alfavaca-cravo), é uma planta originária da Ásia e naturalizada no Brasil, arbustiva, aromática, que atinge de 40 cm a 1m de altura e possui melhor adaptação às regiões de clima quente. Além disso, esta é uma família bastante citada em estudos, pois apresenta uma variedade de compostos químicos de importância para a saúde (Santos *et al.*, 2023).

Pertencente à família Lamiaceae, a espécie *Ocimum gratissimum* L., possui várias substâncias biologicamente ativas que possui registros de utilização das suas partes aéreas, inflorescências e raízes, destacando-se a utilização das folhas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015).

Devido a relevância das espécies medicinais *Ocimum gratissimum* L. e *Origanum vulgare* L. e a vasta literatura sobre suas aplicações terapêuticas na medicina tradicional, esta pesquisa tem como objetivo realizar a análise fitoquímica e avaliar a atividade antioxidante dos extratos etanólicos das folhas de ambas as espécies.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material Vegetal

Foram utilizados como farmacógenos as folhas das espécies *Ocimum gratissimum* L. e *Origanum vulgare* L. adquiridas em fevereiro de 2023 em estabelecimento farmacêutico localizado no município de São Luís, Maranhão. A droga vegetal encontrava-se devidamente embalada e identificada de acordo com os padrões estabelecidos pela RDC n.° 10/2010, que dispõe sobre a notificação de drogas vegetais junto à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

2.2 Preparação do extrato etanólico

A droga vegetal foi levada ao Laboratório de Controle de Qualidade do Centro Universitário Maurício de Nassau, em seguida triturada com utilização de moinho de facas até transformar-se em pó fino para prosseguir a preparação dos extratos. Os extratos foram padronizados pelo método de maceração em três hidromódulos diferentes, 1:6, 1:8 e 1:10 (m/v) e etanol à 70% como solvente. A mistura obtida foi armazenada em frascos de vidro cor âmbar, protegida da luz, e submetida à maceração durante 14 dias com agitação ocasional.

Após esse período, realizou-se o processo de filtração obtendo-se os rendimentos de 36,7%; 55,14 % e 44,11% para os hidromódulos 1:6, 1:8 e 1:10 respectivamente nos extratos de

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Origanum vulgare L. Enquanto nos extratos de *Ocimum gratissimum* L. obteve-se os rendimentos de 32,2%; 51,9% e 57,1% para os hidromódulos 1:6, 1:8 e 1:10 respectivamente. Realizou-se a concentração dos extratos com uso de evaporador rotativo e secador com aquecimento, posteriormente foram acondicionados em frascos de vidro e armazenados em refrigerador do Laboratório de Controle de Qualidade.

2.3 Triagem Fitoquímica

Os extratos foram submetidos aos testes de prospecção fitoquímica de acordo com a metodologia de Barbosa *et al.* (2004) e Matos (2009). Os ensaios foram aplicados para as seguintes classes químicas: alcaloides, fenóis, taninos e classes de flavonoides.

2.4 Teores de polifenóis totais

Os teores de polifenóis totais foram determinados utilizando reagente Folin-Ciocalteau e carbonato de sódio a 20%, por espectrofotometria (espectrofotômetro UV-Vis Lambda 35, Pekin Elmer) a 760nm, após 2h de reação. Os resultados foram expressos como equivalente de ácido gálico (%), calculados a partir de uma curva padrão de ácido gálico (1 a 30µg/mL) (Brito, 2015).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na prospecção fitoquímica dos extratos de *Origanum vulgare* L. (orégano), obedecendo critérios propostos por Matos (2009), foi possível identificar metabólitos secundários como alcaloides, taninos condensados e flavonoides nos três hidromódulos estudados, e a variabilidade pode ser observada na tabela 1:

Tabela 1 - Prospecção fitoquímica dos extratos padronizados de *Origanum vulgare L.*

Metabólitos secundários	**1:6**	**1:8**	**1:10**
Alcaloides	**+++**	**++**	**+++**
Fenóis	**-**	**-**	**-**
Taninos Condensados	**+++**	**+++**	**+++**
Taninos Hidrolisáveis	**-**	**-**	**-**
Flavonoides	**+++**	**+++**	**+++**

Legenda: (-) negativo (++) presença moderada (+++) presença elevada.
Fonte: Autores, 2024.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

De acordo com a metodologia proposta, os extratos da espécie *Ocimum gratissimum* L. (alfavaca) foram submetidos aos testes fitoquímicos qualitativos, sendo possível a identificação de alcaloides, taninos condensados e flavonoides em todos os hidromódulos pesquisados, conforme demonstrado na tabela 2:

Tabela 2 - Prospecção fitoquímica dos extratos padronizados de *Ocimum gratissimum* L.

Metabólitos secundários	**1:6**	**1:8**	**1:10**
Alcalóides	+	+	+
Fenóis	-	-	-
Taninos Condensados	+++	+++	+++
Taninos Hidrolisáveis	-	-	-
Flavonóides	+++	+++	+++

Legenda: (-) negativo (+) fracamente positivo (+++) presença elevada.
Fonte: Autores, 2024.

Pode-se analisar a partir da prospecção fitoquímica que a presença de alcalóides foi mais expressiva nos extratos do Orégano em comparação a Alfavaca. Observa-se que os testes para os metabólitos secundários flavonoides e taninos condensados apontaram presença elevada em todos os hidromódulos analisados de ambas as espécies medicinais.

Os flavonóides são compostos fenólicos que possuem larga variedade nas espécies vegetais, seguindo a metodologia de Barbosa *et al.* (2004), realizou-se a prospecção para identificação das classes de flavonoides presentes nos extratos de ambas as espécies. Os resultados obtidos estão descritos na tabela 3:

Tabela 3 – Classes de metabólitos secundários identificados nas espécies em estudo.

Classes de flavonoides	*Origanum vulgare* L.	*Ocimum gratissimum* L.
Antocianidinas	-	-
Antocianidas	-	-
Auronas	+	-
Chalconas	+	-
Flavonas	+	+
Flavonóis	+	+
Xantonas	+	+
Leucoantocianidinas	-	-
Catequinas	+	+
Flavononas	+	+

Fonte: Autores, 2024.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Os resultados obtidos nas análises dos extratos do Orégano, demonstraram mudanças de coloração para tons amarelados nos extratos com pH alcalino em todos os hidromódulos avaliados, caracterizando, portanto, reação positiva para as classes de flavonas, flavonóis e xantonas. Enquanto os extratos com pH ácido demonstraram mudança de coloração para tons avermelhados, indicando a presença de antocianidinas, antocianidas, chalconas e auronas.

Ainda seguindo a metodologia proposta, os extratos com pH 3 e pH 11 foram aquecidos com auxílio de lâmpada de álcool durante 2 minutos e realizada a comparação com os tubos utilizados no teste anterior de flavonoides. Foi observada a presença de coloração pardo-amarelada nos extratos de pH ácido indicando resultado positivo para catequinas. Enquanto nos extratos de pH alcalino ocorreu a formação de coloração alaranjada, que indica resultado positivo para flavononas.

Tais resultados analisados na prospecção química das folhas de *Origanum vulgare* L., corroboram com a publicação de Santos *et al.* (2020) que demonstrou os metabólitos secundários alcalóides, taninos condensados, flavonas, flavonóis, xantonas, flavononas e catequinas.

Os extratos da Alfavaca foram submetidos à igual metodologia de testes fitoquímicos, em que foram observadas alterações na coloração dos extratos de pH alcalino para a cor amarelada em todos os hidromódulos analisados, indicando a presença de flavonas, flavonóis e xantonas. Entretanto, nos extratos de pH ácido não houve alterações nas colorações, sendo negativo para as demais classes de flavonoides.

Após a etapa de aquecimento dos extratos de pH 3 e pH 11, pôde-se observar alteração de coloração para pardo-amarelada e avermelhada respectivamente. De acordo com a metodologia de Barbosa *et al.* (2004), tais reações indicam a presença das classes de catequinas e flavononas.

Na literatura científica, as pesquisas de metabólitos secundários das partes aéreas do *Ocimum gratissimum* L. pontuam a ocorrência de alcaloides, compostos fenólicos, flavonoides, taninos flobafenos, flavonas, flavonóis, xantonas, catequinas, saponinas, esteroides e triterpenóides (Orlanda; Santana, 2018; Silva, 2009). Dessa forma, os resultados obtidos nos ensaios fitoquímicos convergem com os dados da literatura consultada.

Os polifenóis têm vindo a emergir como uma categoria importante de produtos naturais que são essenciais para a saúde humana, pois tem sido demonstrado que são bons antioxidantes, eficazes na prevenção de doenças cardiovasculares e inflamatórias (Silva, 2014).

A quantificação de polifenóis dos extratos vegetais foi feita recorrendo ao método com utilização do reagente de Folin-Ciocalteu, sendo os dados calculados de acordo com o padrão de ácido gálico conforme demonstrado na tabela 4.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Tabela 4 - Teor de polifenóis presentes nos extratos de *Origanum vulgare* L. e *Ocimum gratissimum* L.

Espécies vegetais	Teor de polifenóis µgGA/ml*		
	1:6	**1:8**	**1:10**
Ocimum gratissimum L.	25,25	17	16,5
Origanum vulgare L.	74,12	44,72	69,25

* µgGA/ml (microgramas de ácido gálico por ml de extrato).
Fonte: Autores, 2024.

Pode-se notar que os extratos vegetais das folhas de *Origanum vulgare* L. apresentaram teor de polifenóis significativo em comparação com a espécie *Ocimum gratissimum* L. O hidromódulos 1:6 de *Origanum vulgare* L. apresentou o maior teor de compostos fenólicos, com 74,12 µgGA/mL de extrato.

A eficácia antioxidante do orégano tem sido associada à existência de substâncias fenólicas encontradas nos extratos de suas folhas, sendo o ácido rosmarínico o mais notável entre elas (Gonçalves *et al*, 2015). A variação de compostos fenólicos nas espécies pode estar relacionada à fatores ambientais uma vez que, as características do clima e a quantidade de água no solo podem impactar o funcionamento interno da planta, o que pode, por sua vez, mudar a quantidade e a composição dos metabólitos secundários que ela produz em diferentes épocas do ano (Pereira; Maia, 2007).

4 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que os extratos provenientes da espécie *Ocimum gratissimum* L. possuem uma diversidade de metabólitos com atividades relevantes, em consideração aos metabólitos encontrados na espécie foram identificados qualitativamente alcalóides, taninos condensados, flavonóides, flavonas, flavonóis, xantonas, catequinas e flavononas.

Enquanto a espécie vegetal *Origanum vulgare* L. demonstrou, através dos ensaios fitoquímicos, ampla variedade de metabólitos secundários dentre estes: alcalóides, taninos condensados, flavonóides, flavonas, flavonóis, xantonas, flavononas, auronas, chalconas e catequinas. Além de teor de polifenóis significativo que está relacionado ao seu potencial antioxidante, sendo, portanto, este resultado possibilita estudos complementares sobre a espécie.

É visto que o uso de plantas medicinais para o tratamento de doenças possui resultados significativos, mostrando que as plantas possuem um efeito farmacológico eficiente à saúde, sendo

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

assim, é de grande importância a abordagem e aplicação de estudos que incluem estas plantas medicinais.

Os resultados alcançados são promissores para um estudo detalhado sobre a atividade antioxidante da espécie, pois que além de possuírem uma variedade de metabólitos secundários, prometem um importante potencial farmacêutico.

Agradecimentos e financiamento

Centro Universitário Maurício de Nassau – São Luís/MA.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, W. L. R.; QUIGNARD, E.; TAVARES, I. C. de C.; PINTO, L. do N.; OLIVEIRA, F. Q. de; OLIVEIRA, R. M. de. Manual para Análise Fitoquímica e Cromatográfica de Extratos vegetais. **Revista Científica da UFPA**. v. 4, 2004.

BRITO, M. C. A. **Farmacovigilância em Fitoterapia: controle de qualidade do mesocarpo de Attalea speciosa Mart. ex Spreng. (babaçu)**. 2015. 112 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Maranhão, MA, 2015.

FERREIRA, *et al*. Caracterização do perfil fenólico do extrato aquoso e hidroetanólico de *Rosmarinus officinalis* L. (Chemical characterization of the *Rosmarinus officinalis* L. aqueous and hydroethanolic extracts in terms of phenolic compounds). **Revista SCALP (Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal)**, v. 40, p. 147-150. 2017.

FRANÇA ORLANDA, J. F.; VIEIRA, C. B. S. Atividade antioxidante e fotoprotetora do extrato etanólico de *Ocimum gratissimum* L. (alfavaca, Lamiaceae). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 23, n. 3, 2018.

GONÇALVES, J. H. T.; SANTOS, A. S.; MORAIS, H. A. Atividade antioxidante, compostos fenólicos totais e triagem fitoquímica de ervas condimentares desidratadas. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 13, n. 1, p. 486-497, 2015.

IKPEAZU, V. O.; UGBOGU, E. A.; EMMANUEL, O.; UCHEIKONNE, C.; OKORO, B.; NNAEMEKA, J. Avaliação da segurança da ingestão oral de extrato aquoso de *Stigma maydis* (seda de milho) em ratos. **Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.** v. 17, n. 4, p. 387-397, 2018.

MATOS, F. J. de A. **Introdução a fitoquímica experimental**. 2.ed. Fortaleza: Edições UFC, 2009. 143 p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Monografia da espécie Ocimum gratissimum L. (ALFAVACA)**. Ministério da Saúde e ANVISA. Brasília, 2015.

ONIGA, I. *et al. Origanum vulgare* ssp. vulgare: Chemical Composition and Biological Studies. **Molecules**, v. 23, n. 2077, p. 1-14, 2018. DOI: 10.3390/moléculas23082077

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

PEREIRA, C. A. M.; MAIA, J. F. Estudo da atividade antioxidante do extrato e do óleo essencial obtidos das folhas de alfavaca (*Ocimum gratissimum* L.). **Food Science and Technology**, v. 27, p. 624-632, 2007.

RAMOS, L. M. P.; SOUZA, G. O. de. An integrative review on the use of aromatic plants found in the Amazon to promote herbal medicine. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. 1-9, 2021.

SAKURAI, F. N.; ESTRELA, K. C. A.; TAMAYO, M. S.; CASSEB, M. O.; & NAKASATO, M. Caracterização das Propriedades Funcionais aas Ervas Aromáticas Utilizadas em um Hospital Especializado em Cardiopneumologia. **Demetra: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 11, n. 4, p. 1097–1113, 2016.

SANTOS, J. R. N. dos.; TELES, A. M.; FERREIRA, C. G.; MOUCHREK, A. N. Evaluation of the bactericidal and antioxidant activity of essential oil and hydroalcoholic extract of oregano *(Origanum vulgare*). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. 1-17, 2020.

SANTOS, J. P. *et al*. Prospecção Fitoquímica Qualitativa do Extrato Bruto de *Occimum Gratissimum*. In: **Anais do I Simpósio Nacional em Ciências da Saúde**, São Luís, Maranhão. Anais eletrônicos. Campinas, Galoá, 2023.

SILVA, L. de L. **Composição química e atividades biológicas de Ocimum gratissimum L.** 2009. 164 f. Dissertação (Mestrado em Farmacologia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2009.

SILVA, L. C. N. **Plantas medicinais da Guiné-Bissau: estudo da sua atividade biológica e caracterização química.** 2014. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biomédicas) - Universidade Nova de Lisboa, Portugal, 2014.

SIQUEIRA, R. de A.; PEREIRA, Y. J.; FAGUNDES, L. L.; MACHADO, R. R. P. Fitoquímica e Revisão Sistematizada da Atividade das Plantas Alimentícias não Convencionais (Pancs) sobre a Microbiota Intestinal. **Brazilian Journal of Development**. v. 7, n. 2, p. 15696-15715, 2021.

TRINDADE, E. O. da. **O uso popular à concepção científica: Plantas medicinais como tema contextualizador no ensino de química orgânica.** 2017. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2017.

ULEWICZ-MAGULSKA, B.; WESOLOWSKI, M. Antioxidant Activity of Medicinal Herbs and Spices from Plants of the Lamiaceae, Apiaceae and Asteraceae Families: Chemometric Interpretation of the Data. **Antioxidants**, v. 12, n. 2039, p. 1-19, 2023. DOI: 10.3390/antiox12122039

ZEJLI, H.; FITAT, A.; LEFRIOUI, Y. *et al*. Phytochemical analysis and biological activities of essential oils extracted from *Origanum grossii* and *Thymus pallidus*: in vitro and in silico analysis. **Scientific Reports**, v. 13, n. 20021, p. 1-20, 2023. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-023-47215-4

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

CAPÍTULO 11

MUNDO DE CORES: AS FLORES E SEUS FASCÍNIOS NEGLIGENCIADOS

José Antonio da Silva Dantas
Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – INEMA, Brasil

Ludmilla de Santana Luz
Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Brasil

Wilma Santos Silva
Universidade do Estado da Bahia UNEB, Brasil

Magda Raniele Rodrigues Magalhães
Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – INEMA, Brasil

Claudio Roberto Meira de Oliveira
Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Brasil

DOI: 10.52832/wed.100.609

RESUMO

O Brasil é reconhecido mundialmente como um dos países que abriga uma das maiores diversidades da flora nativa do planeta, porém ameaçada por diversos fatores como, desmatamentos, queimadas, especulação dos segmentos econômicos do agropecuário, agronegócio, mineração, especulação imobiliária e industrial. O objetivo deste estudo tem por destaque representantes da flora exótica que, por sua vez, são evitados por possuírem alguma condição de ameaça. Os registros da flora foram realizados entre 2021 a 2023 em vários municípios da Bahia, utilizando o método de caminhamento em trilhas estabelecidas. O levantamento florístico considerou diferentes formas de vida, ambientes e origens, e analisou seus potenciais usos e percepções sociais. Foram destacados 48 espécimes com ampla distribuição no Brasil e ocorrência confirmada na Bahia, compreendendo 27 famílias botânicas e 44 gêneros. As famílias mais expressivas foram Apocynaceae e Asteraceae (6 spp. cada), Malvaceae (5 spp.) e Rubiaceae (3 spp.) . Os dados revelam que 23 das 48 espécies catalogadas (47,92%) são nativas do Brasil, enquanto 13 espécies (27,08%) são naturalizadas e 12 espécies (25%) são cultivadas. Infere-se que é essencial conhecer e valorizar tanto as plantas nativas quanto as exóticas para promover a conservação e o uso sustentável dos recursos vegetais.

Palavras-chave: Cultivada. Flora. Nativa. Naturalizada.

1 INTRODUÇÃO

As plantas possuem estruturas que servem como estratégias para a sua própria sobrevivência e perpetuação da espécie no ambiente. A parte mais atrativa sempre são aquelas que denotam beleza e convida para apreciação e fascínios, a exemplo das flores.

O Brasil é reconhecido mundialmente como um dos países que abriga uma das maiores diversidades da flora nativa do planeta (Fontes *et al.*, 2021), porém ameaçada por diversos fatores como, desmatamentos, queimadas, especulação dos segmentos econômicos do agropecuário, agronegócio, mineração, especulação imobiliária e industrial. Com essa pressão demasiada nos ecossistemas florestais, também não se pode desprezar que ao longo dos anos, espécies exóticas foram introduzidas no país, causando competição entre as plantas nativas.

Não se pode deixar de mencionar que as flores representam a singularidade de cada vegetal e através dela, será estabelecida a conexão com o mundo que está à sua volta. Ao mostrar suas pétalas com cores exuberantes e vibrantes, são atraídos olhares, desejos, relações, afetos e sensações de felicidade. Essa ligação ocorre entre diferentes organismos, sendo os humanos, animais e plantas, cada um destes grupos agentes buscando adquirir algum benefício com os recursos que são ofertados pelos vegetais. "Na prática, observa-se que a participação e envolvimento desses atores sociais com os seus problemas ambientais estão diretamente relacionados às diferentes representações sociais que eles têm de natureza" (Silva; Gomes; Santos, 2015, p. 42).

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

A negligência com alguns representantes da flora foi se tornando comum devida a percepção dos riscos que poderiam causar à saúde das pessoas, animais e plantas nativas do Brasil. Um dos questionamentos a ser pontuado: é possível plantas exóticas dotadas de valor ornamental, conviver harmoniosamente com plantas nativas, fauna e humanos (nos lares), ainda que em sua fisiologia apresentem propriedades causadoras de algum risco a esses agentes?

Diante do exposto, o objetivo deste estudo tem por destaque representantes da flora exótica que, por sua vez, são evitados por possuírem alguma condição de ameaça. No entanto, é crucial reconhecer que essas plantas também têm seu valor ornamental e funções ecológicas, podendo coexistir harmoniosamente com plantas nativas, fauna e humanos. A compreensão e a valorização da diversidade de flores, tanto nativas quanto exóticas, são fundamentais para promover a conservação e o uso sustentável dos recursos vegetais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

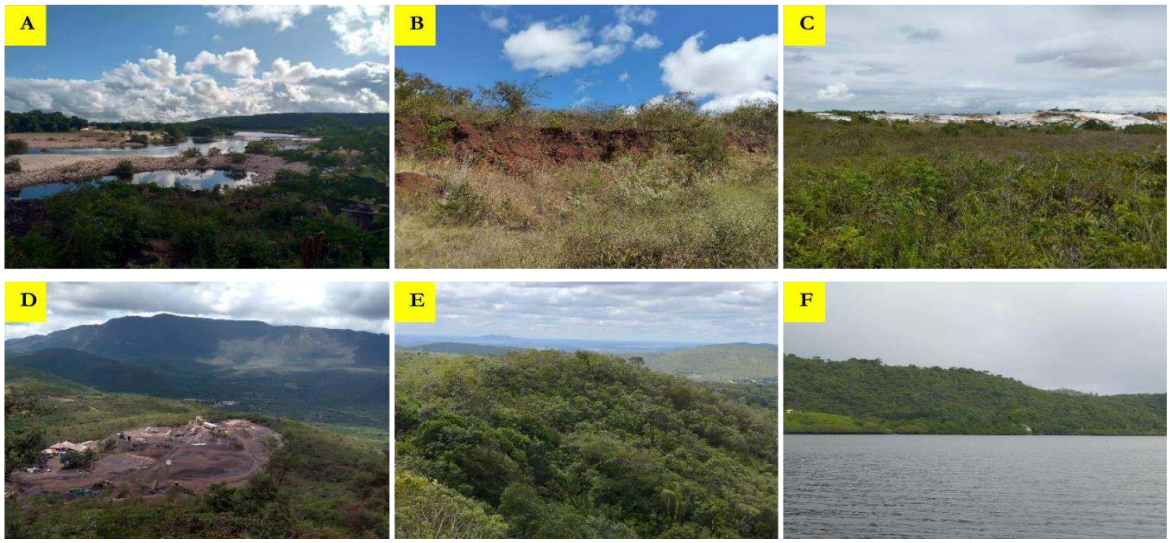
Os registros da flora ocorreram entre os anos de 2021 a 2023, em alguns municípios na Bahia (Figura 1), por meio de varredura e/ou caminhadas aleatórias em trilhas estabelecidas a partir do método aplicado por Filgueiras *et al.* (1994) em fragmentos florestais nativos, quintais, áreas antropizadas e jardins. A referida metodologia pode ser executada de acordo à necessidade específica de cada trabalho, dispensando a necessidade de implantação de unidades amostrais fixas por parcelas. O procedimento técnico adotado não apresenta prejuízo ao trabalho, uma vez que todo o exemplar vegetal que apresenta estruturas reprodutivas como flor, fruto e semente, são enquadrados nos critérios para inclusão dos registros.

O estudo tem aspecto qualitativo, de modo a evidenciar a flora habitando em diferentes ambientes. Todos os indivíduos vegetais foram registrados por fotografias (ervas, subarbustos, arbustos, lianas, trepadeiras, árvores). Foram priorizados exemplares que apresentaram estruturas reprodutivas (botões, flores, frutos e/ou sementes) conforme técnicas aplicadas de campo (Laurence, 1973; Mori *et al.*, 1989). Abreviaturas dos nomes das autoridades dos táxons seguiram Brummitt e Powell (1992). As espécies foram ordenadas conforme sistema de classificação *Angiosperm Phylogeny Group* (APG IV, 2016).

A determinação das identidades dos espécimes ocorreu por consultas e comparação a exsicatas depositadas no repositório digital da atual Coleção da Flora e Funga do Brasil (REFLORA), *SpeciesLink*, produções técnico-científicas e acadêmicas que abordam estudos com plantas daninhas, utilizadas na arborização e de importância econômica. A flora amostrada foi ordenada por família, táxon, nome vernacular e origem (Tabela 1).

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Figura 1 – Características da vegetação onde ocorreram o levantamento florístico em alguns municípios da Bahia. **A.** Andaraí; **B.** Caetité; **C.** Camaçari; **D.** Piatã; **E.** Saúde; **F.** São Félix.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2021; 2022; 2023).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este estudo se trata de levantamento para conhecimento da flora em suas diferentes formas de vida, ambiente encontrado, origem, potenciais usos e como são percebidos pela sociedade. A primeira etapa desta observação (Tabela 1), estão sendo destacados 48 (quarenta e oito) espécimes com ampla distribuição geográfica no Brasil e ocorrência confirmada no território da Bahia, sejam em fragmentos florestais, jardins, áreas degradadas e quintais. Deste quantitativo, a lista revelou significativamente 27 famílias botânicas, 44 gêneros e as famílias mais expressivas foram: Apocynaceae e Asteraceae (6 spp. cada), Malvaceae (5 spp.) e Rubiaceae (3 spp.), e as demais com 2 (duas) spp. e 1(uma) sp.

Com a associação de relatos em contato entre humanos e animais com espécies exóticas, estas plantas dotadas de exuberância em suas flores e pétalas convidativas passaram a ser evitadas devido ao fato de oferecer algum risco a saúde humana e animal, bem como infestações nas formações florestais nativas em todo o território brasileiro. Os dados revelados demonstram que 48 do total catalogados, representam 47,92% (23 spp.) de espécies nativas com ocorrência no Brasil, as naturalizadas correspondem 27,08% (13 spp.) e 25% (12 spp.) sendo cultivadas. Com o cenário observado, ainda que parcial, confirma como as plantas naturalizadas e cultivadas foram bem aceitas, superando juntas em número o de nativas, principalmente sendo associadas por sua resistência e fácil manejo, o que faz destas espécies exóticas introduzidas não exigirem muitos cuidados.

Enfatizar a exuberância da flora sem fazer juízo de valor, é compreender como cada espécime pode contribuir para a manutenção e equilíbrio da natureza. Desmistificar preconceitos

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

com plantas rotuladas como indesejáveis, é crucial para estabelecer melhores relações de cuidados e usos. A partir desta vertente, mais adiante, as figuras 2, 3 e 4, demonstram a beleza que cada flor externaliza, sem atribuir parâmetros negativos que impeçam o conhecimento prévio.

As plantas invasoras foram aos poucos sendo naturalizadas e cultivadas, passando a compor os projetos de arborização, paisagismo e alguns exemplares florestais, utilizados em programas de recuperação de áreas degradadas. No entanto, o uso desmedido sem o devido conhecimento e manejo destas plantas, causam prejuízos para a economia, competição por recursos naturais entre as espécies nativas e mortes de fauna por meio da ingestão de estruturas atrativas, provocando intoxicação generalizada.

Tabela 1 – Lista dos espécimes botânicos habitando nos mais variados ambientes.

Família	Táxon	Nome Vernacular	Origem
Acanthaceae Juss.	1. *Ruellia geminiflora* Kunth	Cambará-roxo	Nativa
Aizoaceae Martinov	2. *Mesembryanthemum cordifolium* L.f.	Rosinha-de-sol	Cultivada
Amaranthaceae A.Juss.	3. *Alternanthera tenella* Colla	Apaga-fogo	Nativa
Amaranthaceae A.Juss.	4. *Gomphrena globosa* L.	Perpétua	Naturalizada
Apocynaceae Juss.	5. *Allamanda blanchetii* A.DC.	Alamanda-rosa	Nativa
	6. *Allamanda cathartica* L.	Alamanda-amarela	Nativa
	7. *Asclepias curassavica* L.	Algodãozinho-do-campo	Nativa
	8. *Catharanthus roseus* (L.) G.Don	Vinca	Cultivada
	9. *Nerium oleander* L.	Espirradeira	Cultivada
	10. *Tabernaemontana divaricata* (L.) R.Br. ex Roem. & Schult.	Jasmin-café	Cultivada
Asparagaceae Juss.	11. *Drimiopsis maculata* Lindl. & Paxton	Orelha de Leopardo	Cultivada
Asteraceae Bercht. & J.Presl	12. *Centratherum punctatum* Cass.	Perpétua-roxa	Nativa
	13. *Coreopsis lanceolata* L.	Coreópsis	Naturalizada
	14. *Cosmos caudatus* Kunth	Amor-de-moça	Naturalizada

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

	15. *Emilia fosbergii* Nicolson	Pincel-de-estudante	Naturalizada
	16. *Emilia sonchifolia* (L.) DC.	Serralhinha	Naturalizada
	17. *Synedrella nodiflora* (L.) Gaertn.	Botão-de-ouro	Nativa
Begoniaceae C.Agardh	18. *Begonia coccinea* Hook.	Begônia-asa-de-anjo	Nativa
	19. *Begonia hirtella* Link	Begônia-azedinha	Nativa
Commelinaceae Mirb.	20. *Commelina erecta* L.	Trapoeraba	Nativa
Convolvulaceae Juss.	21. *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult.	Salva brava	Nativa
	22. *Ipomoea carnea* Jacq.	Algodão-bravo	Nativa
Cucurbitaceae A.Juss.	23. *Cucumis dipsaceus* Ehrenb.	Maxixi-bravo	Nativa
	24. *Momordica charantia* L.	Melão-de-são-caetano	Naturalizada
Euphorbiaceae Juss.	25. *Euphorbia hirta* L.	Erva-de-santa-luzia	Nativa
Fabaceae Lindl.	26. *Macroptilium atropurpureum* (Sessé & Moc. ex DC.) Urb.	Feijão-roxo	Naturalizada
Iridaceae Juss.	27. *Dietes iridioides* (L.) Sweet ex Klatt	Moreia branca	Cultivada
Lythraceae J.St.-Hil.	28. *Punica granatum* L.	Romã	Cultivada
Malvaceae Juss.	29. *Malvastrum coromandelianum* (L.) Garcke	Vassourinha	Nativa
	30. *Hibiscus rosa-sinensis* L.	Hibisco	Cultivada
	31. *Pavonia cancellata* (L.) Cav.	Malva rasteira	Nativa
	32. *Sida linifolia* Cav.	Vassourinha	Nativa
	33. *Waltheria indica* L.	Malva branca	Nativa
Marantaceae R.Brown	34. *Goeppertia ornata* (Lem.) Borchs. & Suárez	Planta-de-risca-de-giz	Cultivada
Melastomataceae A.Juss.	35. *Miconia ciliata* (Rich.) DC.	Pixirica-ciliada	Nativa

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Nyctaginaceae Juss.	36. *Boerhavia diffusa* L.	Pega-pinto	Naturalizada
Oxalidaceae R.Br.	37. *Averrhoa bilimbi* L.	Azedinho	Cultivada
Portulacaceae Juss.	38. *Portulaca grandiflora* Hook.	Onze-horas	Nativa
	39. *Portulaca umbraticola* Kunth	Beldroega	Nativa
Phytolaccaceae R.Br.	40. *Petiveria alliacea* L.	Guiné	Naturalizada
Rubiaceae Juss.	41. *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltdl.) Steud.	Ipeca-mirim	Nativa
	42. *Morinda citrifolia* L.	Noni	Cultivada
	43. *Mussaenda erythrophylla* Schumach & Thonn.	Mussaenda-rosa	Cultivada
Solanaceae A.Juss.	44. *Brugmansia suaveolens* (Willd.) Sweet	Trombeta-de-anjo	Naturalizada
	45. *Nicotiana glauca* Graham	Charuteira	Naturalizada
Talinaceae Doweld	46. *Talinum fruticosum* (L.) Juss.	Língua-de-vaca	Nativa
Verbenaceae J.St.-Hil.	47. *Lantana camara* L.	Lantana	Naturalizada
Zygophyllaceae R.Br.	48. *Tribulus terrestris* L.	Tribulus	Naturalizada

Fonte: dados da pesquisa (2021; 2022; 2023).

Sabendo que a relação com as plantas é bem antiga, levantamento realizado por Fontes *et al.* (2003), corroboram citando algumas plantas como daninhas que compõe esta pesquisa, *A. curassavica* (Fig. 2-7) e *M. coromandelianum* (Fig. 3-29), propondo assim manejo integrado para controle de invasões biológicas em áreas agrícolas. Trabalho divulgado por Maia-Silva *et al.* (2012) reconhecem alguns dos espécimes apontados neste trabalho como plantas de interesse apícola. *A. tenella* (Fig. 2-3), *B. diffusa* (Fig. 4-36), *C. erecta* (Fig. 3-20), *L. câmara* (Fig. 4-47), *P. cancellata* (Fig. 3-31), *e R. grandiflora,* estão entre as preferências por abelhas, o que reforça para a conservação da flora nativa e naturalizada que não afetem a sobrevivência dos animais e promovam a sustentabilidade dos ecossistemas florestais e recursos naturais. Na arborização, a flora bem

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

difundida em projetos paisagísticos estão *A. blanchetii* (Fig. 2-5)*, A. cathartica* (Fig. 2-6) e *H. rosa-sinensis* (Fig. 3-30), sendo importantes para o setor econômico (Bieber *et al.,* 2023) e *P. granatum* (Fig. 3-28) utilizado para fins medicinais e terapêuticos (Martins *et al*., 2022).

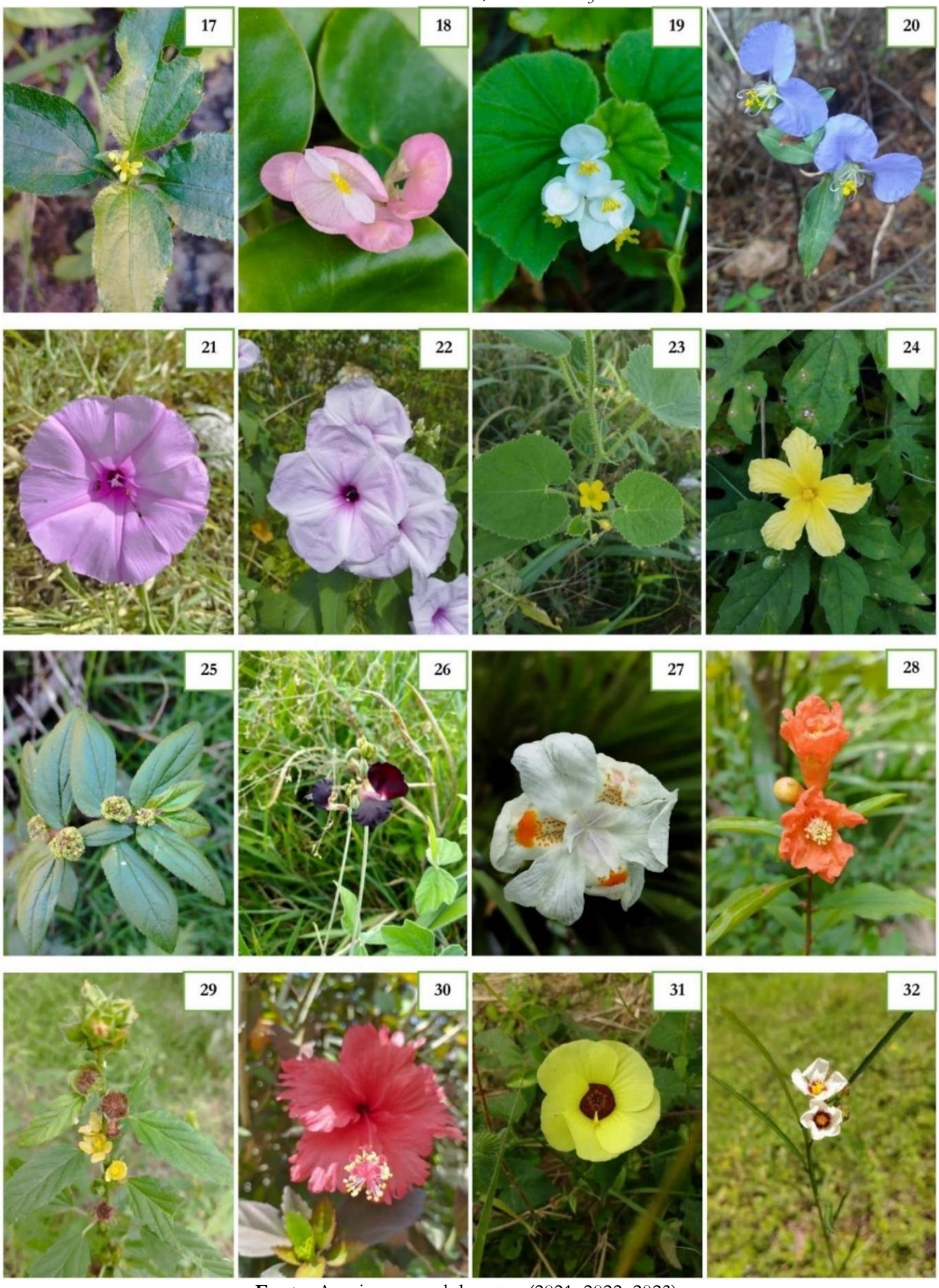
Figura 2 - 1. *Ruellia geminiflora*; 2. *Mesembryanthemum cordifolium*; 3. *Alternanthera tenella*; 4. *Gomphrena globosa*; 5. *Allamanda blanchetii*; 6. *Allamanda cathartica*; 7. *Asclepias curassavica*; 8. *Catharanthus roseus*; 9. *Nerium oleander*; 10. *Tabernaemontana divaricata*; 11. *Drimiopsis maculata*; 12. *Centratherum punctatum*; 13. *Coreopsis lanceolata*; 14. *Cosmos caudatus*; 15. *Emilia fosbergii*; 16. *Emilia sonchifolia.*



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2021; 2022; 2023).

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

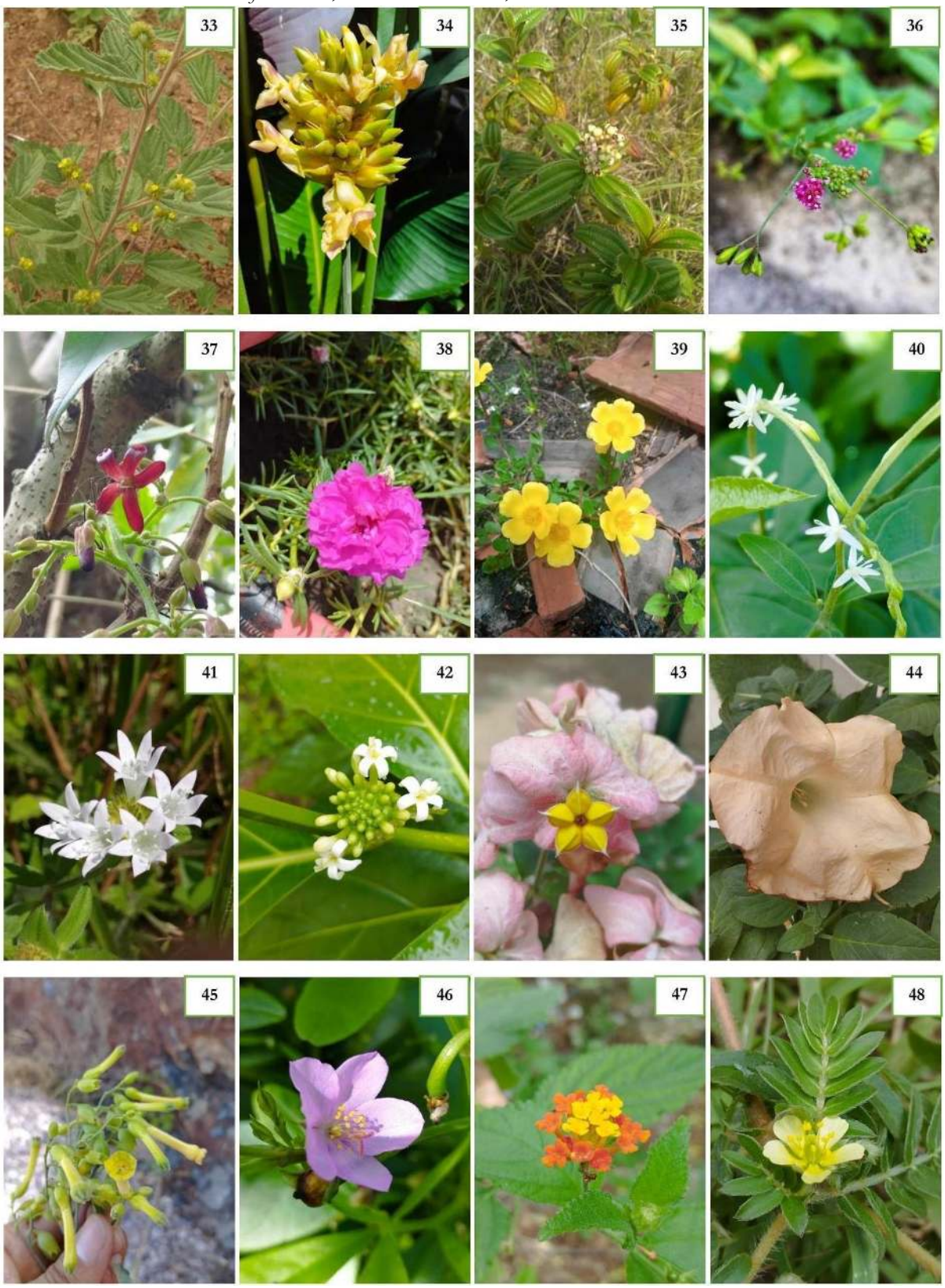
Figura 3 - 17. *Synedrella nodiflora*; 18. *Begonia coccinea*; 19. *Begonia hirtella*; 20. *Commelina erecta*; 21. *Ipomoea asarifolia*; 22. *Ipomoea carnea*; 23. *Cucumis dipsaceus*; 24. *Momordica charantia*; 25. *Euphorbia hirta*; 26. *Macroptilium atropurpureum*; 27. *Dietes iridioides*; 28. *Punica granatum*; 29. *Malvastrum coromandelianum*; 30. *Hibiscus rosa-sinensis*; 31. *Pavonia cancellata*; 32. *Sida linifolia*.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2021; 2022; 2023).

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Figura 4 - 33. *Waltheria indica*; 34. *Goeppertia ornata*; 35. *Miconia ciliata*; 36. *Boerhavia diffusa*; 37. *Averrhoa bilimbi*; 38. *Portulaca grandiflora*; 39. *Portulaca umbraticola*; 40. *Petiveria alliacea*; 41. *Richardia grandiflora*; 42. *Morinda citrifolia*; 43. *Mussaenda erythrophylla*; 44. *Brugmansia suaveolens*; 45. *Nicotiana glauca*; 46. *Talinum fruticosum*; 47. *Lantana camara*; 48. *Tribulus terrestris*.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2021; 2022; 2023).

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

4 CONCLUSÃO

As informações parciais fornecidas neste estudo, corroboram o conhecimento adequado de cada planta, sobretudo para aquelas que possuem alguma relação de uso por seres humanos e animais.

Os perigos estão em todos os organismos, e cada ser vivo desenvolve mecanismos estratégicos de defesa contra outros predadores, porém, estas defesas podem representar algum tipo de dano quando em contato e/ou consumo.

Elaborar materiais educativos e informativos a respeito das funções ecológicas e sociais que as plantas exercem, e promover encontros em espaços formais e informais, de modo a desconstruir conceitos equivocados.

Ainda que preliminar, os dados apresentados foram satisfatórios, pois, a partir da lista consolidada é possível agregar diferentes frentes de estudos, abarcando linhas de pesquisas de impactos significativos para a vida humana, animal e medidas de conservação dos ecossistemas naturais, possibilidades estas consideradas para as futuras investigações e ampliação de mais representantes da flora presente no cotidiano.

REFERÊNCIAS

APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society,** v. 181, p. 1-20, 2016.

BIEBER, A. G. D.; ALMEIDA, E. de J.; REIS, C. E. S.; CARA, P. A. A.; MACHADO, Anderson Ferreira Pinto. Arborização urbana de Itapetinga, Bahia, Brasil: Situação atual e uso potencial de plantas nativas. **REVSBAU**, v.18, n.4, p. 74-94, 2023. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/91618/pdf. Acesso em: 27 maio. 2024.

BRUMMITT, R. K.; POWELL, C. E. **Authors of plant names**. Kew, Royal Botanic Gardens. 1992.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Site mostra o tamanho e importância da biodiversidade brasileira para o mundo.** Artigo online publicado em 29 de junho de 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/63199363/site-mostra-o-tamanho-e-importancia-da-biodiversidade-brasileira-para-o-mundo. Acesso em: 04 jun. 2024.

FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E.; BROCHADO, A. L.; GUALA II, G. F. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. **Cadernos de Geociências**, v. 12, p. 39-43, 1994.

FONTES, J. R. A.; SHIRATSUCHI, L. S.; NEVES, J. L.; JÚLIO, L. de.; SODRÉ FILHO, J. **Manejo integrado de plantas daninhas.** EMBRAPA Cerrados, Planaltina, DF, 2003. 48 p.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Disponível em: ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2009/27986/1/doc_103.pdf. Acesso em: 27 maio. 2024.

LAURENCE, G. H. M. **Taxonomia das plantas vasculares**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. v. 2, 1973.

MAIA-SILVA, C.; SILVA, C. I. da.; HRNCIR, M.; QUEIROZ, R. T. de.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Guia de plantas: visitadas por abelhas na Caatinga.** 1. ed. - Fortaleza, CE: Editora Fundação Brasil Cidadão, 2012. 99 p.

MARTINS, C. A. N.; DANTAS, J. A. da S.; OLIVEIRA, C. R. M. de.; SANDES, F. S. Conhecimento etnopedagógico sobre plantas medicinais em uma comunidade rural de Quixabeira (Bahia, Brasil). **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, p. 1-12, 2022. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i8.30221

MORI, S. A.; SILVA, L. A. M.; LISBOA, G.; CORADIN, L. **Manual de manejo do herbário fanerogâmico**. 2. ed. Ilhéus: Centro de Pesquisas do Cacau, 1989.

REFLORA. **Herbário Virtual.** Disponível em: http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/. Acesso em: 23 maio. 2024.

SILVA, L. M. A.; GOMES, E. T. A.; SANTOS, M. de F. de S. Diferentes olhares sobre a natureza – representação social como instrumento para educação ambiental. **Estud. psicol.**, v. 10, n. 1, p. 41-51, 2005. DOI: https://doi.org/10.1590/S1413-294X2005000100006

SPECIESLINK. ***Species*Link network.** 2002. Disponível em: *specieslink.net/Search*. Acesso em: 25 maio. 2024.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

CAPÍTULO 12

PLANTAS NOCIVAS: ATRAENTES E PERIGOSAS

José Antonio da Silva Dantas
Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – INEMA

Ludmilla de Santana Luz
Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Brasil

Wilma Santos Silva
Universidade do Estado da Bahia UNEB, Brasil

Magda Raniele Rodrigues Magalhães
Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – INEMA, Brasil

Ronald Miranda de Carvalho
Faculdade Iguaçu – FI

DOI: 10.52832/wed.100.610

RESUMO

O interesse pelo conhecimento sobre as plantas sempre foi alvo de interesse por diversos atores da sociedade. Este estudo tem por objetivo difundir e complementar com informações de plantas nocivas ainda desconhecidas pela sociedade e/ou poucas estudadas pela ciência. Os registros da flora ocorreram entre os anos de 2021 a 2023, em alguns municípios (Alagoinhas, Brumado, Caetité, Milagres e Salvador) na Bahia, por meio de varredura e/ou caminhadas aleatórias em trilhas estabelecidas em fragmentos florestais nativos, quintais, áreas antropizadas e jardins. Foram selecionadas 35 espécies da flora mais distintas de famílias botânicas com distribuição Pantropical. As famílias botânicas mais representativas foram: Apocynaceae e Euphorbiaceae (5 spp. cada) e Solanaceae (4 spp.). As demais estão com 2(duas) e 1(uma) espécie, respectivamente. A distribuição geográfica dos espécimes, em sua maioria, possui ocorrências confirmadas em todas regiões brasileiras, com exceção da *Tulbaghia violacea*, apenas para o Sudeste, e em relação a *Drimiopsis maculata* e *Kalanchoe blossfeldiana,* não constam informações de sua origem. As plantas consideradas cultivadas, exóticas e naturalizadas são as mais comuns de serem encontradas em domicílios, e isso se deve a sua fácil propagação por animais através das sementes, aquisição de mudas em feiras, hortos e viveiros.

Palavras-chave: Intoxicação. Saúde. Toxinas. Urticantes.

1 INTRODUÇÃO

O interesse pelo conhecimento sobre as plantas sempre foi alvo de interesse por diversos atores da sociedade. A comunidade científica intensificou as pesquisas, a partir dos relatos de intoxicações contínuas, e algumas situações com óbitos. A partir de então, os vegetais, ao menos um considerável grupo de espécies botânicas, passaram a ser alvo de interesse para levantamento e compreensão de como estes eventos aconteciam.

Vale destacar que, as plantas em sua composição fisiológica possuem atributos que são nocivos à vida humana e animal, e devem ser evitadas o contato e ingestão, e por conter outras propriedades químicas em sua fisiologia requer cuidados quanto ao uso e dosagem. Estas particularidades que cada vegetal apresenta, podem ser importantes fontes de vitaminas e substâncias de grande interesse farmacológico. Portanto, não deve desprezar os riscos que possam oferecer independente do seu valor ornamental e econômico. Conforme Martins *et al.* (2022), quando o emprego das ervas não segue os cuidados necessários, ocorre a possibilidade de produzir efeitos indesejáveis e inesperados ao bem estar.

Em muitos casos, os agravos em decorrência da intoxicação por plantas, acendem questionamentos incontestáveis, que diante de tantos históricos negativos, porque não as tornam plantas cultiváveis, nativas, exóticas e naturalizadas altamente tóxicas proibidas por lei em domicílio? Contextualizando com a ideia de Lima e Scareli-Santos (2017, p. 4), "o conhecimento existente das plantas tóxicas não atinge suficientemente o público leigo e os especialistas em áreas

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

da saúde de modo a evitar sua ingestão ou permitir o atendimento rápido e eficiente em casos de intoxicação".

Diante do exposto, este estudo tem por objetivo difundir e complementar com informações de plantas nocivas ainda desconhecidas pela sociedade e/ou poucas estudadas pela ciência.

2 METERIAL E MÉTODOS

2.1 Caminho percorrido

O levantamento da flora ocorreu entre os anos de 2021 a 2023, em alguns municípios da Bahia: Alagoinhas/12º10'35.53"S e 38º24'40.67"O, Brumado/14º08'42.16"S e 41º41'38.92"O, Caetité/14º21'18.76"S e 42º29'06.60"O, Milagres/12º56'32.60"S e 38º25'44.39"O, Salvador/12º56'32.60"S e 38º25'44.39"O.

Os registros dos indivíduos botânicos, foram por meio de varredura e/ou caminhadas aleatórias em trilhas estabelecidas a partir do método aplicado por Filgueiras *et al.* (1994) em fragmentos florestais nativos, quintais, áreas antropizadas, perímetro urbano e jardins. A referida metodologia pode ser executada de acordo à necessidade específica de cada trabalho, dispensando a necessidade de implantação de unidades amostrais fixas por parcelas.

O estudo tem aspecto qualitativo, de modo a evidenciar a flora nociva que habitam diferentes locais. Todos os indivíduos vegetais foram registrados por fotografias (ervas, subarbustos, arbustos, lianas, trepadeiras, árvores). Foram priorizados exemplares que apresentaram estruturas reprodutivas (botões, flores, frutos e/ou sementes) conforme técnicas aplicadas de campo (Laurence, 1973; Mori *et al.*, 1989). Abreviaturas dos nomes das autoridades dos táxons seguiram Brummitt e Powell (1992). As espécies foram ordenadas conforme sistema de classificação *Angiosperm Phylogeny Group* (APG IV, 2016).

A determinação das identidades dos espécimes ocorreu por consultas e comparação a exsicatas depositadas no repositório digital da atual Coleção da Flora e Funga do Brasil (REFLORA), produções técnico-científicas e acadêmicas que abordam estudos com plantas tóxicas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionadas 35 espécies da flora das mais distintas famílias botânicas com distribuição Pantropical. As famílias botânicas mais representativas foram: Apocynaceae e Euphorbiaceae (5 spp. cada) e Solanaceae (4 spp.). As demais estão com 2(duas) e 1(uma) espécie, respectivamente. A distribuição geográfica dos espécimes, em sua maioria, possui ocorrências confirmadas em todas regiões brasileiras, com exceção da *Tulbaghia violacea*, que conforme consulta

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

a base do acervo digital Flora e Funga do Brasil (REFLORA), apenas para o Sudeste, e em relação a *Drimiopsis maculata* e *Kalanchoe blossfeldiana,* não tem informações de sua origem (Figura 1).

Vale destacar um importante dado deste levantamento preliminar que, a flora das famílias botânicas Apocynaceae, Euphorbiaceae e Solanaceae, estão entre os grupos que mais concentraram espécies de relevância médica. Isto se deve ao fato destas plantas terem como características grande variação morfológica em seus órgãos reprodutivos e vegetativos., na maioria das vezes, possuem propriedades farmacológicas (Moura; Agra, 1989).

Observou-se que a maioria da flora está em contato direto com os seres humanos e animais, sendo cultivadas nos domicílios ou de alguma forma nascem espontaneamente em quintais, terrenos abandonados e área urbana. Esta relação direta, retratam dados alarmantes de acidentes com a manipulação com os vegetais nocivos, uma vez que, o desconhecimento dos perigos com o manuseio inadequado eleva o grau de risco, podendo ocasionar danos irreversíveis à saúde e até óbitos. Para Lopes, Ritter e Rates (2009), conforme a existência de casos de intoxicações com plantas de uso corrente na população, é necessária a realização de campanhas que alertem a população quanto aos cuidados ao manusear essas espécies bem como da sua utilização na ornamentação de vias públicas.

Diagnóstico da flora que despertam atenção quanto a sua relevância na sociedade, também foi tema de estudo elaborado por Lima e Scareli-Santos (2017), contribuindo e ampliando o conhecimento de plantas que causam intoxicações, acidentes ou não, com enfoque para a família botânica Apocynaceae. Estas autoras, confirmam os mesmos achados nesta pesquisa, quando ressaltam que na arborização existe a preferência por mudas com flores com cores vibrantes, que oferecem sensação de bem estar e beleza aos ambientes. Os principais sintomas constatados de intoxicação em seres humanos têm evidências de diarreia seguida por irritação gastrointestinal caracterizada por náuseas, vômitos, dores abdominais fortes e evacuações sanguinolentas. Em casos graves ocorreram espasmos musculares, entorpecimento, complicações respiratórias, hipotensão e desidratação (Matos *et al*., 2011).

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Figura 1 – Diversidade de plantas tóxicas de importância para saúde pública.

Lírio-aranha 	**Família Botânica:** Amaryllidaceae J. St.-Hil. **Espécie:** *Hymenocallis littoralis* (Jacq.) Salisb. **Origem:** Nativa **Ambiente Registrado: Jardim** **Hábito:** Herbáceo **Distribuição Geográfica: Norte e Nordeste**
Alho-social 	**Família Botânica:** Amaryllidaceae J. St.-Hil. **Espécie:** *Tulbaghia violacea* Harv. **Origem:** Cultivada **Ambiente Registrado: Jardim** **Hábito:** Erva **Distribuição Geográfica Confirmada: Sudeste**
Aroeira 	**Família Botânica:** Anacardiaceae R.Br. **Espécie:** *Schinus terebinthifolia* Raddi **Origem:** Nativa **Ambiente Registrado: Viveiro Florestal** **Hábito:** Árvore **Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.**
Alamanda rosa 	**Família Botânica:** Apocynaceae Juss. **Espécie:** *Allamanda blanchetii* A.DC. **Origem:** Nativa (Endêmica do Brasil) **Ambiente Registrado: Jardim** **Hábito:** Arbusto **Distribuição Geográfica: Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste**
Alamanda amarela 	**Família Botânica:** Apocynaceae Juss. **Espécie:** *Allamanda cathartica* L. **Origem:** Nativa **Ambiente Registrado: Jardim** **Hábito:** Arbusto **Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.**
Algodãozinho-do-campo 	**Família Botânica:** Apocynaceae Juss. **Espécie:** *Asclepias curassavica* L. **Origem:** Nativa **Ambiente Registrado: Vegetação antropizada** **Hábito:** Arbusto **Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.**
Algodão-de-seda 	**Família Botânica:** Apocynaceae Juss. **Espécie:** *Calotropis procera* (Aiton) W.T.Aiton **Origem:** Exótica **Ambiente Registrado: Vegetação antropizada** **Hábito:** Arbusto **Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste.**

Continua.....

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Espirradeira



Família Botânica: Apocynaceae Juss.
Espécie: *Nerium oleander* L.
Origem: Cultivada
Ambiente Registrado: Jardim
Hábito: Arbusto
Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Caládio



Família Botânica: Araceae Juss.
Espécie: *Caladium bicolor* (Aiton) Vent.
Origem: Nativa
Ambiente Registrado: Vegetação Antropizada
Hábito: Herbáceo
Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Zamioculca



Família Botânica: Araceae Juss.
Espécie: *Zamioculcas zamiifolia* (G.Lodd.) Engl.
Origem: Cultivada
Ambiente Registrado: Domicílio
Hábito: Herbáceo
Distribuição Geográfica Confirmada: Nordeste, Sudeste e Sul.

Orelha de Leopardo



Família Botânica: Asparagaceae Juss.
Espécie: *Drimiopsis maculata* Lindl. & Paxton
Origem: Cultivada
Ambiente Registrado: Quintal
Hábito: Herbáceo
Distribuição Geográfica Confirmada: Não consta.

Coreópsis



Família Botânica: Asteraceae Bercht. & J.Presl
Espécie: *Coreopsis lanceolata* L.
Origem: Naturalizada
Ambiente Registrado: Jardim
Hábito: Herbáceo
Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Cega olho



Família Botânica: Campanulaceae A.Juss.
Espécie: *Hippobroma longiflora* **(L.) G.Don**
Origem: Nativa
Ambiente Registrado: Quintal
Hábito: Herbáceo
Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Sudeste e Sul.

Salva brava



Família Botânica: Convolvulaceae Juss.
Espécie: *Ipomoea asarifolia* (Desr.) Roem. & Schult.
Origem: Nativa
Ambiente Registrado: Vegetação Antropizada
Hábito: Liana volúvel
Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Sudeste.

Continua.....

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Algodão-bravo



Família Botânica: Convolvulaceae Juss.
Espécie: *Ipomoea carnea* Jacq.
Origem: Nativa
Ambiente Registrado: Vegetação Antropizada
Hábito: Arbusto
Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Melão-de-são-caetano



Família Botânica: Cucurbitaceae A.Juss.
Espécie: *Momordica charantia* L.
Origem: Naturalizada
Ambiente Registrado: Quintal
Hábito: Liana
Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Flor-da-fortuna



Família Botânica: Crassulaceae J.St.-Hil.
Espécie: *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln.
Origem: Cultivada
Ambiente Registrado: Jardim
Hábito: Suculenta
Distribuição Geográfica Confirmada: Não consta.

Cansanção



Família Botânica: Euphorbiaceae Juss.
Espécie: *Cnidoscolus urens* (L.) Arthur
Origem: Nativa
Ambiente Registrado: Vegetação Antropizada
Hábito: Arbusto
Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Velame



Família Botânica: Euphorbiaceae Juss.
Espécie: *Croton heliotropiifolius* Kunth
Origem: Nativa
Ambiente Registrado: Vegetação Preservada
Hábito: Arbusto
Distribuição Geográfica Confirmada: Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste.

Coroa-de-cristo



Família Botânica: Euphorbiaceae Juss.
Espécie: *Euphorbia milii* Des Moul.
Origem: Cultivada
Ambiente Registrado: Jardim
Hábito: Herbáceo
Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Pinhão-roxo



Família Botânica: Euphorbiaceae Juss.
Espécie: *Jatropha gossypiifolia* L.
Origem: Nativa
Ambiente Registrado: Jardim
Hábito: Arbusto
Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Continua.....

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Mamona



Família Botânica: Euphorbiaceae Juss.
Espécie: *Ricinus communis* L.
Origem: Naturalizada
Ambiente Registrado: Vegetação Antropizada
Hábito: Arbusto
Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Flamboyanzinho



Família Botânica: Fabaceae Lindl.
Espécie: *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw.
Origem: Cultivada
Ambiente Registrado: Jardim
Hábito: Arbusto
Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Algaroba



Família Botânica: Fabaceae Lindl.
Espécie: *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.
Origem: Naturalizada
Ambiente Registrado: Vegetação Antropizada
Hábito: Árvore
Distribuição Geográfica Confirmada: Nordeste e Sul.

Flor-leopardo



Família Botânica: Iridaceae Juss.
Espécie: *Iris domestica* (L.) Goldblatt & Mabb.
Origem: Naturalizada
Ambiente Registrado: Jardim
Hábito: Herbáceo
Distribuição Geográfica Confirmada: Sudeste e Sul.

Moringa



Família Botânica: Moringaceae Lam.
Espécie: *Moringa oleifera* Lam.
Origem: Cultivada
Ambiente Registrado: Paisagístico
Hábito: Árvore
Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste.

Cagaita



Família Botânica: Myrtaceae Juss.
Espécie: *Eugenia dysenterica* (Mart.) DC.
Origem: Nativa
Ambiente Registrado: Vegetação Preservada
Hábito: Árvore
Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste.

Cardo-santo



Família Botânica: Papaveraceae Juss.
Espécie: *Argemone mexicana* L.
Origem: Naturalizada
Ambiente Registrado: Área Urbana
Hábito: Herbáceo
Distribuição Geográfica Confirmada: Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Erva-de-rato



Família Botânica: Rubiaceae Juss.
Espécie: *Palicourea hoffmannseggiana* (Schult.) Borhidi
Origem: Nativa
Ambiente Registrado: Vegetação Preservada
Hábito: Arbusto
Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Ixora



Família Botânica: Rubiaceae Juss.
Espécie: *Ixora coccinea* L.
Origem: Cultivada
Ambiente Registrado: Jardim
Hábito: Arbusto
Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Trombeta-de-anjo



Família Botânica: Solanaceae A.Juss.
Espécie: *Brugmansia suaveolens* (Willd.) Sweet
Origem: Naturalizada
Ambiente Registrado: Jardim
Hábito: Arbusto
Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Arrebenta-cavalo



Família Botânica: Solanaceae A.Juss.
Espécie: *Solanum sisymbriifolium* Lam.
Origem: Nativa
Ambiente Registrado: Terreno Abandonado
Hábito: Arbusto
Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Jurubeba



Família Botânica: Solanaceae A.Juss.
Espécie: *Solanum torvum* Sw.
Origem: Nativa
Ambiente Registrado: Quintal
Hábito: Arbusto
Distribuição Geográfica Confirmada: Nordeste, Sudeste e Sul.

Nicotina



Família Botânica: Solanaceae A.Juss.
Espécie: *Nicotiana glauca* Graham
Origem: Naturalizada
Ambiente Registrado: Área Degradada
Hábito: Arbusto
Distribuição Geográfica Confirmada: Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Cambará



Família Botânica: Verbenaceae J.St.-Hil.
Espécie: *Lantana camara* L.
Origem: Naturalizada
Ambiente Registrado: Vegetação Antropizada
Hábito: Arbusto
Distribuição Geográfica Confirmada: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

Fonte: dados da pesquisa (2021; 2022; 2023).

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Allamanda cathartica, *Caladium* spp., *Euphorbia milli*, *Lantana camara*, *Nerium oleander* da família Apocynaceae, Araceae, Euphorbiaceae e Verbenaceae, foram destaques quando se tratam de intoxicações (Pedrinho; Matias; Vieira, 2020), e *Ricinus communis* foi apontado como principal planta com ocorrência acidentais pela população infantil entre crianças de 0 a 6 as crianças de 0 a 12 anos, principalmente pela ingestão de sementes (Lima; Scareli-Santos, 2017).

Outras espécies citadas por Tesima (2017) em sua revisão de literatura estão, *Brugmansia suaveolens, Nicotiana glauca* (Bochner; Lemos, 2017; Feliciano; Salimena, 2011) e gêneros *Palicourea* da família Rubiaceae tem relação com intoxicação (Oliveira *et al*., 2013) e *Solanum* da família Solanaceae (Monseny, 2015; Brandão, 2012), condizem com os achados nesta pesquisa. As plantas pesquisadas neste estudo, possuem algum tipo de restrição quanto ao uso e cuidados por apresentarem estruturas vegetativas (folhas, cascas, espinhos, acúleos, óleos, látex, tricomas, entre outras) e reprodutivas (botão, flor, fruto e sementes) que carregam alguma substância nociva prejudicial à saúde humana e animal.

4 CONCLUSÃO

A flora amostrada neste estudo preliminar, tem potencial relevante como fonte confiável para referência quanto aos perigos que os vegetais apresentam. Apesar de encontrar diversos levantamentos indicando os riscos e danos causados por estruturas presentes nas plantas, ainda são comuns relatos de acidentes em detrimento do contato e desconhecimento dos perigos que oferecem.

Assim como qualquer organismo vivo, as plantas adquiriram estruturas e estratégias de sobrevivência, que garantem a sua própria existência. As toxicidades têm forte relação com a forma de defesa, que foram se adaptando aos longos dos anos contra os predadores. Sendo assim, o conhecimento dos recursos que as plantas possuem, é o primeiro passo para a precaução, pois é possível conviver harmoniosamente sem prejuízos e ameaças à saúde.

As plantas consideradas cultivadas, exóticas e naturalizadas são as mais comuns de serem encontradas em domicílios, e isso se deve a sua fácil propagação por animais através das sementes, aquisição de mudas em feiras, hortos e viveiros. Todavia, o baixo custo, estão entre as evidências significativas para aquisição, disponibilidade, facilidade de reprodução, e pela procura em projetos de arborização, paisagismo e jardins.

Esta pesquisa será contínua, e as demais espécies serão mais detalhadas com o intuito de fornecer mais informações específicas, tratando cada planta individualmente em formatos de folders digitais e publicações em redes sociais.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

REFERÊNCIAS

APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society,** v. 181, p. 1-20, 2016.

BOCHNER, R.; LEMOS, Elba R. S. Plantas tóxicas em espaços infantis: do risco à informação. **Journal Health NPEPS, n.** 2(Supl.1), p. 102-112, 2017.

BRANDÃO, M. G. L.; PIGNAL, M.; ROMANIUC, S.; GRAEL, C. F.F.; FAGG, C. W. Useful Brazilian plants listed in the field books of the French naturalist Auguste de Saint-Hilaire (1779–1853). **Journal Of Ethnopharmacology**, v. 143, n. 2, p. 488-500, 2012. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.06.052

BRUMMITT, R. K.; POWELL, C. E. **Authors of plant names**. Kew, Royal Botanic Gardens. 1992.

FELICIANO, E. A.; SALIMENA, F. R. G. Solanaceae na Serra Negra, Rio Preto, Minas Gerais. **Rodriguésia,** v. 62, n. 1, p. 055-076, 2011

FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E.; BROCHADO, A. L.; GUALA II, G. F. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. **Cadernos de Geociências**, v. 12, p. 39-43, 1994.

LAURENCE, G. H. M. **Taxonomia das plantas vasculares**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. v. 2, 1973.

LOPES, R. K.; RITTER, M. R.; RATES, S. M. K. Revisão das atividades biológicas e toxidade das plantas ornamentais mais utilizadas no Rio Grande do Sul. Brasil. **Revista Brasileira de Biociência**, v. 7, n. 3, p. 305-315, maio. 2009. Disponível em: http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/articl e/viewFile/1056/878. Acesso em: 01 jun. 2024.

LIMA, J. N. L. O.; SCARELI-SANTOS, C. Espécies vegetais tóxicas da família Apocynaceae: Uma análise sobre a distribuição e os casos de intoxicação registrados em Araguaína, TO. **Revista Desafios,** v. 3, n. Especial, p. 1-9, 2017 (Suplemento). DOI: http://dx.doi.org/10.20873/uft.2359-3652.2016v3nespp3

MONSENY, M.; SÁNCHEZ, L. M.; SOLER, M.; DE LA MAZA, V. Trincheiras Sainz.; CUBELLS, C. Luaces . Poisonous plants: an ongoing problem. **Anales de Pediatria**, v. 85, n. 2, p. 347-353, 2015. DOI: 10.1016/j.anpedi.2014.08.008.

MOURA, M. D. B. de.; AGRA, M. de F. Apocynaceae tóxicas e medicinais ocorrentes nos estados de Pernambuco e Paraíba. Brasil. **Acta Botânica Brasílica,** v. 3, n. (2 suppl 1), p. 273-279, 1989. DOI: https://doi.org/10.1590/S0102-33061989000300022

MARTINS, C. A. N.; DANTAS, J. A. da S.; OLIVEIRA, C. R. M. de.; SANDES, F. S. Conhecimento etnopedagógico sobre plantas medicinais em uma comunidade rural de Quixabeira (Bahia, Brasil). **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, p. 1-12, 2022. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i8.30221

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

MATOS, F. A. J.; LORENZI, H. SANTOS, L. F. L.; MATOS, E. O.; SILVA, M. G. V.; SOUSA, M. P. **Plantas Tóxicas: Estudo de fitotoxicologia química de Plantas Brasileiras.** 1ª edição, Instituto Plantarum, 2011. 256 p.

MORI, S. A.; SILVA, L. A. M.; LISBOA, G.; CORADIN, L. **Manual de manejo do herbário fanerogâmico**. 2. ed. Ilhéus: Centro de Pesquisas do Cacau, 1989.

OLIVEIRA, M. D.; RIET-CORREA, F.; CARVALHO, F. K. L.; SILVA, G. B.; PEREIRA, W. S.; MEDEIROS, R. M. T. Indução de resistência à intoxicação por *Palicourea aeneofusca* (Rubiaceae) mediante administração de doses sucessivas não tóxicas. **Pesq. Vet. Bras**., v. 33, n. 6, p. 731-734, 2013. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-736X2013000600007

PEDRINHO, D. R.; MATIAIS, R.; VIEIRA, S. C. H. **Boletim Técnico: plantas ornamentais tóxicas**. Londrina: Editora Científica, 2020. 28 p. ISBN 978-65-00-12623-5. Disponível em: https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/29976/1/Boletim%20-%20Plantas%20Ornamentais%20-.pdf. Acesso em: 02. jun. 2024.

REFLORA. **Herbário Virtual.** Disponível em: http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/. Acesso em: 23 maio. 2024.

TESIMA, G. T. **Um olhar multidisciplinar sobre as plantas tóxicas das famílias Rubiaceae, Lamiaceae e Solanaceae.** 2017. 54 f. Monografia (Graduação em Farmácia) - Escola de Farmácia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/521. Acesso em: 02 jun. 2024.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

CAPÍTULO 13

TECNOLOGIA EM FUNÇÃO DO CONHECIMENTO: EXPLORANDO BENEFÍCIOS DE APLICATIVOS MOBILES NO ENSINO DE BOTÂNICA

Glaúcio Simão Alves
Universidade Cruzeiro do Sul - Grupo Cruzeiro do Sul Educacional, Brasil

Dinedso Firmino da Fonseca
Centro Universitário Internacional, Brasil

Débora Santos de Sousa Longo
Universidade Cruzeiro do Sul - Grupo Cruzeiro do Sul Educacional, Brasil

Gleiciany de Souza Bello
Must University, Brasil

José Élison Teles da Rocha
Universidade Regional do Cariri, Brasil

Rafaela de Oliveira Silva Holanda
Universidade Paulista, Brasil

Raimundo Nonato Carneiro Morais
Faculdade Anhanguera, Brasil

Renato Araújo dos Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Brasil

Sara Calumbi Nachipindo Kawalende
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Elen Daiane Molina De Mattos
Faculdade de Americana, Brasil

DOI: 10.52832/wed.100.611

RESUMO

Com o advento da tecnologia, surgem meios que agregam ao ensino de botânica, facilitando abordagens interativas, possibilitando saberes sobre fisiologia das plantas e o cultivo de jardins. Este estudo explora o potencial educativo de cinco aplicativos para dispositivos móveis e propõe a possibilidade de implementação em sala de aula, com finalidade no ensino de Botânica. Cada aplicativo oferece recursos diversificados para complementar e enriquecer a aprendizagem. Fisiologia das Plantas oferece informações e conhecimento sobre diversidades de conceitos de células e plantas. *Caynax Gardener Calendar* auxilia na organização de tarefas de jardinagem. O *Plant Parent* personaliza dicas de cuidados para diferentes espécies, enquanto o *Pocket Plants* combina elementos de jogos e educação. Por fim, o *Viridi* promove a conexão com a natureza através de um jardim virtual. Estes aplicativos abordam desde os processos fisiológicos das plantas até a prática da jardinagem virtual, proporcionando experiência educativa e interativa. Ao integrar essas ferramentas tecnológicas ao currículo educacional, possibilita aumento na interatividade dos alunos e promove uma compreensão profunda dos princípios botânicos. No entanto, é essencial a utilização desse recurso de maneira complementar aos ensinamentos, garantindo desempenho balanceado e abrangente no aprendizado.

Palavras-chave: Ensino Lúdico. Metodologia Ativa. Tecnologia.

1 INTRODUÇÃO

Hodiernamente, o domínio pedagógico testemunha uma crescente incorporação de tecnologia para polir o modo de ensinamento e aprendizagem. Segundo Bento e Belchior (2017), a utilização de dispositivos tecnológicos potencializa a interatividade e a cooperação entre pupilos e mestres, concebendo um cenário de estudo atraente e engajador.

Dessa forma, a integração da tecnologia no processo educacional consente a personalização da aprendizagem, atendendo às singularidades de qualquer aluno. Conforme destacado por Vidal e Miguel (2020), os recursos digitais possibilitam a adaptação dos conteúdos e das estratégias de ensino consoante o ritmo de aprendizado e as preferências dos colegiais. Isso cria um ambiente de aprendizagem mais inclusivo, no qual os professores se sentem instigados e comprometidos no regime de aquisição (Mello; Rodrigues; Pereira, 2019).

No cenário educacional contemporâneo, a integração da tecnologia no processo de ensino-aprendizagem é cada vez mais evidente e crucial (Magalhães; Pinheiro; Seruffo, 2019). Em particular, a botânica, como disciplina fundamental para compreender o mundo natural, pode se beneficiar significativamente do manuseio de aplicações *mobiles* (Silva, 2015). Por meio desta perspectiva, aplicativos para dispositivos móveis como Fisiologia das Plantas, *Caynax Garden Calendar*, *Plant Parente*, *Pocket Plants* e *Viridi* demonstram grande potencial interativo e transformador para o ensino em sala de aula. Uma vez que, estes influenciam de maneira direta e eficaz na construção do conhecimento, proporcionando um envolvimento cativante por parte do aluno no

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

ensino de botânica, o qual demonstra uma disposição e entendimento significativos no que se diz respeito às temáticas (Bottentuit-Júnior; Menez; Wunsch, 2018).

Por conseguinte, partindo deste pressuposto, é possível desenvolver um meio atrativo de ensino em sala, aprimorando meios que proporcionem ao aluno uma qualidade e desenvolvimento, seja ele na aprendizagem em sala ou na formação do ser social. Ademais, vale destacar que, além de desempenhar um papel fundamental como ferramenta envolvente no ensino, estes também demonstram grande valor no que se diz respeito à identificação e caracterização de espécies de plantas, propondo um mundo suscetível a diversidade do universo botânico, introduzindo meios que favoreçam o conhecimento dentro e fora do meio educacional, transformando a visão do alunado em relação à realidade vivida e a temática que viemos abordando ao longo deste trabalho.

A partir disso, estes se mostram como instrumento de direcionamento no entendimento, concebendo aos usuários desses aplicativos, uma nova maneira de aprender sobre o fantástico mundo da botânica. Dispondo de materiais de leitura que auxiliem na identificação de conceitos, diversidade de espécies e cuidados que devemos ter em relação à vegetação, propondo uma visão de ensino no dia a dia do aluno. Assim, além de tê-los como método atrativo no estudo e reconhecimento, também terá disponível um instrumento poderoso que poderá levá-lo a uma maior compreensão sobre o cultivo e cuidado destas. Esses aplicativos oferecem uma abordagem inovadora para engajar colegiais, tornando a aprendizagem mais acessível e envolvente (Pontes; Mendes; Tomazela, 2017).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho visa propor o uso dos aplicativos móveis no que se refere à temática do ensino de Botânica, dado que estes são disponibilizados em plataforma Android. A seleção dos aplicativos foi realizada em três etapas distintas: inicialmente, uma busca foi executada na loja de aplicativos *Play Store* usando palavras-chave como planta, botânica e fisiologia. Em seguida, priorizaram-se os *apps* gratuitos. Por fim, uma análise minuciosa foi conduzida nos 12 aplicativos selecionados, com o intuito de avaliar seu potencial educativo em relação ao estudo da botânica. Após essa avaliação, cinco aplicativos se destacaram: Fisiologia das Plantas, *Caynax Gardener Calendar*, *Plant Parent, Pocket Plants* e *Viridi.*

Predominantemente, faz-se como método de obtenção de dados a pesquisa qualitativa, a qual permite uma análise visando a identificação e catalogação dos conceitos. Dentre esses elementos destacam-se fotossínteses, respiração celular, fisiologia das plantas, ciclo de vida das plantas, práticas de cultivo e jardinagem, educação ambiental e biodiversidade.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Destinado a docentes e colégios do ensino fundamental e médio, especificamente das turmas do 6°, 7° ano do fundamental II, assim também das turmas do 1°, 2° e 3° ano do ensino médio. A utilização destes tem em vista renovar e complementar as práticas do educador, gerando suporte ao ensino tradicional com implementações das ferramentas digitais. O estudo se propõe a catalogar conteúdos e sugerir possível aplicação dos aplicativos móveis selecionados no espaço escolar, fornecendo informações de conceitos científicos presentes e orientações detalhadas sobre sua utilização para a exploração dos conceitos fundamentais da botânica.

Neste estudo, são analisadas as contribuições dos programas voltados para a educação e a instrução autônoma, baseando-se nas teorias apresentadas por autores de renome. Dentre eles, merecem destaque as contribuições de Costa *et al.* (2015), que evidencia como o uso de aplicativos móveis pode promover a autonomia dos alunos, Duda e Silva (2015), que ressaltam a importância da integração de tecnologias móveis no currículo escolar, e Bottentuit-Júnior, Menez e Wunsch (2018), que expõe a relevância da utilização de aplicativos móveis como ferramentas para a construção do conhecimento. Esses pesquisadores abordam em seus trabalhos a integração de aplicativos móveis no contexto educacional, explorando sua potencialidade para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem.

Frente ao que foi apresentado, os *apps* móveis surgem como apetrechos valiosos para tornar a assimilação de conceitos botânicos mais alcançável, proporcionando ação recíproca e fascinante para os acadêmicos. Com a integração das aplicações, o objetivo do projeto não é apenas complementar o ensino padrão, mas também promover uma experiência educativa imersiva e empolgante.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante desse panorama apresentado, a investigação conduzida revela a existência de uma significativa quantidade de aplicativos educacionais disponíveis na internet, os quais foram desenvolvidos com o intuito de dinamizar as aulas ou até mesmo para uso casual (Costa *et al.*, 2015). Isso ressalta a importância de refletir e estudar tais aplicativos, a fim de reconhecê-los, classificá-los e compreender suas potencialidades e desafios na interação com discentes da educação básica. A análise crítica desses recursos digitais é essencial para identificar as melhores práticas de uso como mecanismos pedagógicos, considerando, aspectos como usabilidade, eficácia na aprendizagem e impacto no engajamento dos alunos (Bottentuit-Júnior; Menez; Wunsch, 2018). Ao entender o papel e a influência desses aplicativos na educação, os educadores podem tomar

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

decisões mais informadas sobre como integrar tecnologia de maneira eficaz em suas práticas de ensino, visando melhorar a qualidade da experiência educacional oferecida aos escolares.

A influência dos *apps* no saber, especialmente aqueles desenvolvidos para o sistema Android e disponibilizados gratuitamente na *Play Store*, é notável e transformadora (Duda; Silva, 2015). Esses softwares oferecem uma gama diversificada de recursos e funcionalidades que podem revolucionar as práticas pedagógicas e enriquecer as experiências docentes (Costa *et al.*, 2015). Ao explorar cinco programas selecionados, é possível compreender suas contribuições distintas para a aprendizagem e como podem complementar as estratégias dos educadores. Estes fornecem uma variedade de recursos, que vão desde textos explicativos que auxiliam no estudo e entendimento de conceitos até em jogos educacionais que proporcionam uma visão inovadora no entendimento das temáticas.

Ao ofertarem acesso fácil a conteúdos educacionais, os aplicativos, que foram utilizados neste trabalho, promovem a democratização do conhecimento, possibilitando que aulas de diferentes contextos e realidades tenham acesso a recursos de qualidade (Bottentuit-Júnior; Menez; Wunsch, 2018). Além disso, por meio de interfaces intuitivas e interativas, esses softwares estimulam o empenho, tornando a metodologia mais dinâmica e atrativa. Os docentes podem explorar esses recursos para enriquecer suas aulas, criando atividades envolventes e promovendo a participação ativa. A disponibilidade de métodos educacionais amplia as oportunidades de aquisição e princípios, permitindo admissão aos materiais relevantes em qualquer local e a qualquer momento, o que facilita significativamente a melhoria dos resultados acadêmicos e o desenvolvimento de habilidades essenciais (Duda; Silva, 2015).

3.1 Influência dos aplicativos móveis no ensino

Os *softwares mobiles* proporcionam uma forma conveniente e versátil de aprender, autorizando entrada a recursos educativos a qualquer momento e em qualquer lugar (Costa *et al.*, 2015). Essa praticidade promove a independência e viabiliza a customização da jornada educacional, ajustando-se às suas necessidades particulares e ritmos de estudo. Ao oferecer alcance fácil e flexível a conteúdos educacionais, os aplicativos capacitam os alunos a assumirem um papel mais ativo em sua própria preparação do alicerce, promovendo a autonomia e a responsabilidade pelo regime de ensino-aprendizagem (Duda; Silva, 2015).

Utilizando elementos como vídeos, *games* educativos, simulações e quiz, eles contribuem a um domínio dinâmico e motivador, possuindo a capacidade de tornar a instrução mais mútua e cativante (Pontes; Mendes; Tomazela, 2017). Essa interação além de amparar a conquista da

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

atenção, um meio o qual estimula no processo de aprendizagem de novos conceitos, há também um acolhimento no processo de desenvolvimento do ser humano em si. Dessa forma, promovendo a retenção e compreensão do conhecimento de forma mais eficaz dentro e fora do ambiente escolar, mostrando-se como meio fortalecedor nas habilidades do dia a dia, como, por exemplo, o pensamento crítico.

Outra faceta relevante da influência dos *apps* na escola é a sua capacidade de disponibilizar uma grande variedade de recursos e aparatos que enriquecem a bagagem de aprendizado (Bottentuit-Júnior; Menez; Wunsch, 2018). Desde específicos desenvolvidos para disciplinas até plataformas online de ensinamentos, os programas para celulares oferecem um vasto leque de recursos didáticos que complementam e expandem as oportunidades de preceito. Essa discrepância de recursos permite aos mestres adaptar suas destrezas de doutrina às necessidades individuais dos lecionados, alavancando um enfoque mais personalizado e eficaz no processamento de ensino-aprendizagem.

3.2 Aplicações no ensino de botânica

No âmbito da fitologia, as aplicações móveis desempenham um papel crucial ao ampliar os horizontes do saber e na exploração dos intrincados conceitos botânicos (Ursi *et al.*, 2018). Estes aparatos digitais não apenas complementam as aulas tradicionais, mas também redefinem a experiência educacional, tornando-a mais interativa, dinâmica e acessível (Barbosa; Macedo; Ursi, 2016). A diversidade de recursos oferecidos por essas aplicações é impressionante, são inicialmente descritos de maneira detalhada conteúdos sobre a morfologia e fisiologia das plantas. Além disso, guias práticos para identificação de espécies vegetais são disponibilizados, os quais estimulam o reconhecimento e a preservação das espécies. Esta ampla gama de tópicos e funcionalidades permite uma jornada de descoberta que vai além das limitações da classe.

Perante o programa Fisiologia das Plantas, é possível ver as perspectivas e aspectos fundamentais com destino à evolução e aprimoramento de conhecimentos na área. Caracteriza-se como um banco de dados, apresentando informações e conhecimento, saberes esses como conceitos de célula vegetal, estruturas da célula, até mesmo sistemas intrincados como a germinação e a nutrição mineral das plantas. Além disso, são oferecidas averiguações minuciosas sobre variedades de plantas, proporcionando orientações precisas sobre seu cultivo. Como modelo a ser citado, destacam-se espécies como a maravilha, o Jasmin-da-noite e diversas outras, tornando-se uma fonte rica e abrangente para estudantes (Bento; Belchior, 2017).

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Acerca do *Caynax Gardener Calendar,* é demonstrado um meio prático, organizacional e planejador de atividades relacionadas ao cultivo e jardinagem, promovendo o auxílio sobre o cuidado e manutenção de diferentes tipos de plantas, considerando suas necessidades individuais de água, luz e nutrientes. Isso não apenas ajuda os discentes a desenvolverem habilidades de cultivo, mas também os sensibiliza para a diversidade e complexidade do mundo vegetal (Mello; Rodrigues; Pereira, 2019). São proporcionadas também informações detalhadas sobre o ciclo de vida, incluindo datas ideais para semeadura, transplante e colheita, permitindo uma compreensão dos processos biológicos envolvidos no crescimento. Deste modo, viabilizando adquirir aptidões de planejamento, gestão de jardins e hortas.

Aliás, pode ser utilizado como peça colaborativa, onde se compartilham dicas, experiências e observações sobre o cultivo, promovendo assim a troca de conhecimentos e trabalho em equipe, tornando-se um artifício versátil e prático, o qual contribui significativamente nas orientações (Inada, 2016).

O *Plant Parent* funciona como um assistente pessoal para cuidar de vegetação, fornecendo informações detalhadas sobre o cultivo e manutenção de espécies vegetais. Essa característica é especialmente útil para os estudantes, pois lhes permite aprender sobre os cuidados específicos que diferentes plantas exigem para crescerem saudáveis. Um ponto fundamental é a presença de identificação de espécies mediante fotos, o que se mostra um instrumento valioso para aprender a reconhecer e classificar plantas de forma mais precisa, desenvolvendo habilidades de observação e identificação botânica.

Outrossim, é possível aos usuários registrar informações sobre o crescimento e desenvolvimento de seus vegetais ao longo do tempo, possibilitando o entendimento de técnicas de fortalecimento, interpretação de sinais de saúde, doenças nas folhas, caules e raízes (Mello; Rodrigues; Pereira, 2019). Oferecendo também dicas e lembretes personalizados sobre cuidados, instruindo aos colegiais a desenvolverem rotinas de prudência e responsabilidade em relação ao meio ambiente.

Quanto ao *Pocket Plants*, este não apenas oferece entretenimento, mas também integra uma abordagem educacional sobre o plantio e a proteção do meio ambiente (Klein; Locatelli; Zoch, 2019). A ênfase na preservação ambiental é evidente na mecânica do jogo, que incentiva os jogadores a plantarem como uma forma de limpar o ambiente virtual. Cada planta cultivada representa um passo em direção à restauração ecológica no jogo, refletindo uma narrativa que destaca a seriedade da biodiversidade e da conservação ambiental tanto virtualmente quanto no mundo real.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Por fim, o *Viridi* fornece aos usuários a oportunidade de cuidar de um jardim virtual com uma extensa variedade de plantas, permitindo que os usuários escolham e cultivem em seu jardim virtual. Cada cepa possui suas próprias características e requisitos de cuidados, permitindo que os usuários aprendam sobre a diversidade botânica e as necessidades específicas de diferentes classes.

Após análise e reconhecimento das atribuições dos apps, foram mapeados conceitos com base em cada aplicativo. Temas como célula vegetal, fotossíntese, respiração celular, parede celular. Os processos fisiológicos, como exemplificação, a germinação e nutrição mineral. A diversidade de plantas e suas características fisiológicas. O ciclo de vida das plantas e práticas para o cultivo e jardinagem. Temáticas como a gestão de jardins e hortas e as respectivas necessidades específicas de cada planta, como água, luz e nutrientes, também foram destacadas. Bem como também os cuidados específicos para diferentes tipos de plantas.

A identificação botânica, considerando o diagnóstico e tratamento de problemas de saúde das plantas, e o desenvolvimento de habilidades de observação e cuidado com o meio ambiente também foram algumas das especificações encontradas. Em suma, temas como educação ambiental, conscientização sobre a preservação da natureza, biodiversidade e conservação ambiental foram identificados. Por fim, interatividade e entretenimento relacionado à botânica, desenvolvimento de habilidades de cuidado e gestão e sensibilização foram alguns dos temas relacionados ao uso destes aplicativos ao longo deste trabalho.

4 CONCLUSÃO

Em síntese, os aplicativos móveis representam um utensílio poderoso para os educadores, fornecendo recursos inovadores e flexíveis capazes de transformar o ensino-aprendizagem. Ao explorar esses *softwares* e compreender suas potencialidades, os docentes podem expandir seus traquejos pedagógicos, tornando-as mais abrangentes, adaptadas e eficientes. Essa ampliação não apenas abre caminho para a inclusão de todos os alunos, mas também permite uma personalização do ensino consoante as necessidades individuais de cada estudante, resultando em uma experiência educacional mais eficaz e engajadora.

Conclui-se que, através da usualidade desses equipamentos tecnológicos, a abordagem pedagógica desenvolve-se como uma experiência educacional enriquecedora e inovadora. Por meio destes utensílios digitais, os escolares podem mergulhar em um mundo botânico interativo, explorando conceitos complexos, complementando e proporcionando uma experiência impulsionadora, fortalecendo, também, um apreço mais profundo pela natureza que nos rodeia.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Porém, é importante reconhecer que os aplicativos móveis não substituem a importância das virtudes e do contato direto com a natureza. Embora se mostrem como meio valioso para explorar conceitos botânicos e promover a conscientização ambiental, é necessário enxergá-los como instrumentos complementares no arsenal educacional. Logo, para obter os resultados mais eficazes, é crucial integrar o uso desses aplicativos com atividades de campo, experimentos práticos e outras formas de aprendizado experiencial. Dessa maneira, poder-se-á aproveitar ao máximo o potencial dos *softwares* no ensino de botânica e fornecer uma educação botânica completa e significativa.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, P. P.; MACEDO, M.; URSI, S. Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no ensino contextualizado de "Fotossíntese": uma proposta para o Ensino Médio. **Revista da SBEnBio**, v. 9, p. 2244-2255, 2016.

BENTO, L.; BELCHIOR, G. Mídia E Educação: O Uso Das Tecnologias Em Sala De Aula. **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**, v. 1, n. 334-343 (ed. esp), 8 fev. 2017. DOI: https://doi.org/10.24219/rpi.v1iEsp.98.

COSTA, R. D. A. *et al.* Percepções de acadêmicos sobre o desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis como ferramenta de apoio ao ensino e a aprendizagem em anatomia humana. **Redin - Revista Educacional Interdisciplinar**, v. 4, n. 1, 2015. Disponível em: https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/282. Acesso em: 07 nov. 2023.

DUDA, R.; SILVA, S. DE C. R. DA. Desenvolvimento De Aplicativos Para Android Com Uso Do App Inventor: Uso De Novas Tecnologias No Processo De Ensino-Aprendizagem Em Matemática. **Revista Conexão UEPG**, v. 11, n. 3, p. 310–323, 2015. Disponível em: https://revistas.uepg.br/index.php/conexao/article/view/7479. Acesso em: 03 nov. 2023.

INADA, P. **Ensino de botânica mediado por recursos multimídia: as contribuições de um software de autoria para o ensino dos ciclos reprodutivos dos grupos vegetais**. 2016. 183f. Tese (Doutorado em educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá. Maringá-PR, 2016. Disponível em: http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/4533. Acesso em: 27 out. 2023.

BOTTENTUIT-JÚNIOR, J. B.; MENEZ, M. R. C. S.; WUNSCH, L. P. Aplicativos móveis para a alfabetização e letramento no contexto do ensino fundamental. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, v. 11, n. 1, p. 37-56 (ed. esp.), 2018. Disponível em: https://periodicos.ufs.br/revtee/article/view/9812. Acesso em: 19 nov. 2023.

KLEIN, C. L.; LOCATELLI, A.; ZOCH, A. N. A educação ambiental por meio da ludicidade: uma proposta didática. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 15, n. 33, p. 219-234, 2019. DOI: http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v15i33.6601.

MAGALHÃES, R. A. P.; PINHEIRO, P. S. B.; SERUFFO, M. C. R. Desenvolvimento e avaliação de um jogo para auxílio do processo de ensino e aprendizado: Um estudo de caso.

DOI: http://www.doi.org/10.52832/wed.100| Wissen Editora, 2024

Research, Society and Development, v. 8, n. 7, p. 1-23, 2019. DOI: https://doi.org/10.33448/rsd-v8i7.1117.

MELLO, C. M. G.; RODRIGUES, D. C. G. A.; PEREIRA, A. Jogo cooperativo como uma proposta lúdica no ensino de ciências ambientais – por uma ética do cuidado. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae – (RELUS)**, v. 3, n. 2, p. 53-68, 2019. DOI: https://doi.org/10.30691/relus.v3i2.1893.

PONTES, A. N.; MENDES, I. F.; TOMAZELA, M. G. J. M. Lino: jogo eletrônico para auxiliar na educação ambiental de crianças em idade escolar. **Thema**, v. 14, n. 4, p. 136-148, 2017. DOI: https://doi.org/10.15536/thema.14.2017.136-148.454.

SILVA, F. U. **Uso de Quiz em smartphones visando o auxílio na aprendizagem de física no ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Programa de Mestrado Profissional de Ensino de Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2015. 132 p.

URSI, S. *et al*. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 5-24, 2018. DOI: 10.1590/s0103-40142018.3294.0002.

VIDAL, A. S.; MIGUEL, J. R. As Tecnologias Digitais na Educação Contemporânea /Digital Technologies in Contemporary Education. ID on line. **Revista de psicologia**, v. 14, n. 50, p. 366–379, 30 maio. 2020. DOI: https://doi.org/10.14295/idonline.v14i50.2443.

Denise dos Santos Vila Verde
Claudemir Antonio Garcia Fioratti
José Antonio da Silva Dantas
Silmare Nogueira do Nascimento Pereira
Organizadores

ENTRE FOLHAS E GENES: ESTUDOS MULTIDISCIPLINARES EM BIOLOGIA VEGETAL

VOLUME I

Wissen Editora
Homepage: www.editorawissen.com.br
E-mails: contato@wisseneditora.com.br
wisseneditora@gmail.com
Siga nossas redes sociais:
@wisseneditora
Teresina - PI, 2024





Wissen
2024