

PESQUISAS EM ENGENHARIA FLORESTAL

Manejo, conservação e
melhoramento genético

Denise dos Santos Vila Verde
Schirley Costalonga
Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
Organizadoras



Wissen
editora
2025



PESQUISAS EM ENGENHARIA FLORESTAL

Manejo, conservação e
melhoramento genético

Denise dos Santos Vila Verde
Schirley Costalonga
Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
Organizadoras



Wissen
editora
2025



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

Denise dos Santos Vila Verde
Schirley Costalonga
Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira
Organizadoras

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação e melhoramento genético

Volume 1

 **Wissen**
editora
Teresina-PI, 2025

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

©2025 *by* Wissen Editora
 Copyright © Wissen Editora
 Copyright do texto © 2025 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 alteração de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

Projeto Gráfico e Diagramação: Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

Imagem da Capa: Canva

Edição de Arte: Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

Revisão: Os autores
 As Organizadoras

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

EQUIPE EDITORIAL**Editores-chefes**

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

Equipe de arte e editoração

Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira

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)
 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 Alikeane 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 (UFPI0)
 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 Moraes 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)
 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)

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

Me. Sérgio Saraiva Nazareno dos Anjos - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
(Embrapa)



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação e melhoramento genético

 <http://www.doi.org/10.52832/wed.148>

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

Pesquisas em engenharia florestal [livro eletrônico]: manejo, conservação e melhoramento genético: volume 1 / Denise dos Santos Vila Verde, Schirley Costalonga, Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira, organizadoras. -- Teresina, PI: Wissen Editora, 2025.

PDF

Vários autores.

Bibliografia.

ISBN 978-65-85923-50-7

DOI: 10.52832/wed.148

1. Engenharia florestal 2. Manejo florestal 3. Melhoramento genético I. Verde, Denise dos Santos Vila. II. Costalonga, Schirley. III. Oliveira, Neyla Cristiane Rodrigues de.

25-270088

CDD-634.92

Índices para catálogo sistemático:

1. Engenharia florestal: Pesquisas: Coletâneas 634.92

Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380

Informações sobre a 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.; COSTALONGA, S.; OLIVEIRA, N. C. R. de. **Pesquisas em engenharia florestal: manejo, conservação e melhoramento genético.** Teresina-PI: Wissen Editora, 2025. 115 p. DOI: <http://www.doi.org/10.52832/wed.148>

 **Wissen**
editora
Teresina-PI, 2025

SOBRE AS ORGANIZADORAS

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. Doutora em Produção Vegetal na UESC, como bolsista Capes, desenvolvendo minha tese com indução de haploides e poliploides 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.

Schirley Costalonga



Bióloga, Doutora em Biologia Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo, onde é, atualmente, professora voluntária do curso de Ciências Biológicas. Servidora pública efetiva do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo, tem mestrado e pós-doutorado em Biologia Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo e especialização em Ecologia e Gestão Ambiental. Atua com restauração ecológica, mutagenicidade e alelopatia em espécies exóticas invasoras, manejo de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação e ecofisiologia vegetal.

Neyla Cristiane Rodrigues de Oliveira



Mestra em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFPI). Membro do Grupo de Estudos e Pesquisas Ambientais do Maranhão, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (GEPAM/IFMA). Especialista em Ensino de Ciências pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Especialista em Ensino de Genética pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Estagiária bolsista-CNPq na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa, Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte/Teresina, PI, adquirindo experiências na área de Ciência do Solo (coleta, manejo, propriedades químicas, biológicas e fauna edáfica). Bolsista CAPES/UFPI (2019/2021) adquirindo experiências em Meio Ambiente, Ensino, Educação Ambiental e Mudanças Climáticas. Docente na Educação Básica e Ensino Superior, nas instituições: Escola Municipal Nossa Senhora da Conceição (EMNSC), Ensino Fundamental-Ciências (2015); Professora substituta EBTT de Biologia no IFMA/ *Campus* Alcântara (2015-2017); Professora Substituta EBTT no IFPI/ *Campus* São João do Piauí (2021-

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

2023). Editora-chefe das revistas científicas (Journal of Education, Science and *Health* –JESH, Revista Ensinar -RENSIN) e da *Wissen* Editora.



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	15
CAPÍTULO 1.....	17
ANÁLISE BIOMÉTRICA DE FRUTOS E SEMENTES DE VARIEDADES DE <i>Ilex paraguariensis</i> A. ST.-HIL	17
Gabriela dos Santos Alves   	17
Jacqueline Claudino da Silva   	17
Isadora Ferreira Campos   	17
Elisa Ortiz Waltrick   	17
Gustavo Prachthausen dos Santos   	17
Isabelle da Silva Wolff   	17
Bianca Lamounier da Silva Lima   	17
Ludmilla Moraes Pereira   	17
Tiago Georg Pikart   	17
Luciana Magda de Oliveira   	17
DOI: 10.52832/wed.148.902 	17
CAPÍTULO 2.....	28
AVALIAÇÃO DA ARBORIZAÇÃO URBANA DO BAIRRO DA FRANCESA, PARINTINS, AMAZONAS	28
Lucas da Costa Fonseca   	28
Sanderléia de Oliveira dos Santos   	28
Rayannie Batista Rodrigues   	28
Ana Júlia Santos Brito   	28
José Fellip Catique Marinho   	28
Beatriz Almeida de Andrade   	28
Elisandra Maria Farias da Cruz   	28
DOI: 10.52832/wed.148.903 	28
CAPÍTULO 3.....	40
DINÂMICA FLORESTAL DE BORDA E INTERIOR EM FLORESTAS ESTACIONAIS SEMIDECIDUAIS	40
Lucas Robson de Oliveira   	40

João Paulo Costa   	40
Emanuelly Diniz Strutzel de Castro Lázaro   	40
Erikson Leonardo Santos de Miranda   	40
Ednaldo Cândido Rocha   	40
Vagner Santiago do Vale   	40
DOI: 10.52832/wed.148.904 	40
CAPÍTULO 4	52
MORFOMETRIA DE <i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE PODA NA ARBORIZAÇÃO URBANA DE ITACOATIARA, AMAZONAS	52
Rayannie Batista Rodrigues   	52
Lucas da Costa Fonseca   	52
Sanderléia de Oliveira dos Santos   	52
José Fellip Catique Marinho   	52
Beatriz Almeida de Andrade   	52
Arthur Fonseca Lima   	52
DOI: 10.52832/wed.148.905 	52
CAPÍTULO 5	65
SISTEMAS REPRODUTIVOS DE PLANTAS: ESTRATÉGIAS E APLICAÇÕES NO MANEJO E CONSERVAÇÃO	65
Ludmilla Moraes Pereira   	65
Marcos Antônio Negreiros Dias   	65
Savanna Alice Botelho da Silva   	65
Gabriela dos Santos Alves   	65
Jacqueline Claudino da Silva   	65
Isabelle da Silva Wolff   	65
Bianca Lamounier da Silva Lima   	65
Tatiana de Souza Lopes   	65
Luciana Magda de Oliveira   	65
DOI: 10.52832/wed.148.906 	65
CAPÍTULO 6	76

TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO E AO ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE <i>Moquiniastrum polymorphum</i> (Less) G. Sancho	76
Jacqueline Claudino da Silva   	76
Gabriela dos Santos Alves   	76
Luciana Magda de Oliveira   	76
Marcio Carlos Navroski   	76
Alexandra Cristina Schatz Sá   	76
Gabriele Moreira da Rosa   	76
Paola Sabrina Silva   	76
Ludmilla Morais Pereira   	76
Bianca Lamounier da Silva Lima   	76
Isabelle da Silva Wolff   	76
DOI: 10.52832/wed.148.907 	76
CAPÍTULO 7	87
VIABILIDADE E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE SEMENTES DE <i>Butia eriospatha</i> (Martius Ex Drude) Beccari ARMAZENADAS SOB REFRIGERAÇÃO	87
Isabelle da Silva Wolff   	87
Luciana Magda de Oliveira   	87
Polliana D'Angelo Rios   	87
Alessandro de Oliveira Rios   	87
Victória Varela da Silva   	87
Bianca Lamounier da Silva Lima   	87
Carolina Rafaela Barroco Soares   	87
Jacqueline Claudino da Silva   	87
Gabriela dos Santos Alves   	87
Ludmilla Morais Pereira   	87
DOI: 10.52832/wed.148.908 	87
CAPÍTULO 8	97
OS BENEFÍCIOS AMBIENTAIS DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR AGRICULTURA FAMILIAR DE MANEJO INTENSIVO	97



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

Maraiza Mendes Feijó   	97
Lusiane Oliveira Souza   	97
Marcos Jardel Matias Soares   	97
Eduarda Medran Rangel   	97
Maurício Pinto da Silva   	97
João Carlos de Oliveira Koglin   	97
DOI: 10.52832/wed.148.909 	97



APRESENTAÇÃO

Fruto do I Congresso Nacional de Engenharia Florestal On-line – I CONAFLOOR, o e-book “PESQUISAS EM ENGENHARIA FLORESTAL: MANEJO, CONSERVAÇÃO E MELHORAMENTO GENÉTICO - Vol.1” reúne as melhores e mais recentes pesquisas no campo da Engenharia Florestal. As abordagens científicas vão muito além do manejo e permeiam áreas importantes, como ecologia florestal, botânica e conservação de espécies. Estruturado em sete capítulos, os estudos evidenciam algo já sabido, mas muitas vezes esquecido: há um elo entre sistemas naturais e ambientes antropizados, nos quais as plantas são protagonistas.

O primeiro capítulo compara fragmentos florestais em diferentes condições na paisagem, a fim de entender seus efeitos sobre a dinâmica dessas florestas; no cenário atual, onde o desmatamento e conversão de áreas para atividades agrícolas aumentam a cada dia, a compreensão deste fenômeno e suas implicações sobre a biodiversidade é crucial para prover abordagens mais assertivas na restauração de áreas degradadas.

Os capítulos 2 e 3 versam sobre arborização em vias públicas, tema frequentemente negligenciado durante o processo de escolha das espécies vegetais que comporão a paisagem urbana. O capítulo 2 se dedica à realização do inventário florestal de um bairro, com vistas a permitir ranquear as espécies que exigem intervenções mais urgentes; já o 3º compara diferentes condições de poda e as alterações morfométricas em plantas submetidas ao crescimento sob ou sem fiação elétrica. Ambos os estudos trazem luz à problemática do manejo vegetal em cidades e contribuem para a escolha, tanto das espécies que necessitarão de menos manejo, quanto do local onde devem ser plantadas.

Dedicado ao aspecto reprodutivo, o capítulo 4 traz uma revisão sobre o assunto, abordando, do ponto de vista do manejo sustentável, sua relevância para a manutenção de características genéticas evolutivas definidoras da capacidade adaptativa em ecossistemas florestais; entender as formas reprodutivas selecionadas pela seleção natural e que perduram até os dias atuais permite o aprimoramento de técnicas que, não só otimizam a produção vegetal, mas também elevam a resiliência das espécies, fator crucial quando se almeja o sucesso de programas conservacionistas.

No capítulo 5, duas variedades de uma espécie têm seus frutos e sementes analisados biometricamente. A análise biométrica é uma técnica relativamente simples e permite uma diferenciação rápida das características compartilhadas por variedades de uma mesma espécie e a influência de fatores bióticos e abióticos nesses traços.

Os dois capítulos seguintes se dedicam ao estudo da estrutura responsável pelo desenvolvimento da próxima geração e, obviamente, da perpetuação da espécie: as sementes. A



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

tolerância à dessecação, tema do capítulo 6, é uma etapa fundamental no processo de maturação do embrião e está diretamente relacionada à qualidade da semente e sua capacidade em permanecer viável durante o armazenamento. Por sua vez, as condições de armazenamento ao qual as sementes são submetidas, assunto tratado no capítulo 7, envolve sua composição química. Ambos os aspectos são relevantes para a produção de plântulas saudáveis e viáveis.

Esta obra não poderia terminar sem desmistificar a pseudo-incompatibilidade entre preservação e produtividade; ao avaliar técnicas de sistemas agroflorestais que permitam, simultaneamente, o uso sustentável da terra e a geração da renda tão necessária aos agricultores familiares. Essas pequenas propriedades são, com frequência, aquelas que ainda mantêm fragmentos florestais com algum grau de conservação e fornecer ao proprietário opções de produção mais sustentáveis e rentáveis garante a manutenção desses habitats e a conservação de ecossistemas.

Por fim, é importante salientar que esta obra não é indicada apenas aos acadêmicos e profissionais da área da Engenharia Florestal, mas para todos que apreciem o estudo das plantas, organismos fascinantes e dos quais dependem toda a biodiversidade, em especial, a espécie humana.

Aproveitem!

Schirley Costalonga



CAPÍTULO 1

ANÁLISE BIOMÉTRICA DE FRUTOS E SEMENTES DE VARIEDADES DE *Ilex paraguariensis* A. ST.-HIL

BIOMETRIC ANALYSIS OF FRUITS AND SEEDS OF VARIETIES OF *Ilex paraguariensis* A.
ST.-HIL

Gabriela dos Santos Alves   

Mestra em Ciências, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Curitiba-SC, Brasil

Jacqueline Claudino da Silva   

Mestra em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina(UDESC), Lages- SC, Brasil

Isadora Ferreira Campos   

Estudante de Graduação em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina(UDESC),
Lages- SC, Brasil

Elisa Ortiz Waltrick   

Estudante de Graduação em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina(UDESC),
Lages- SC, Brasil

Gustavo Prachthausen dos Santos   

Estudante de Graduação em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina(UDESC),
Lages- SC, Brasil

Isabelle da Silva Wolff   

Graduada em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina(UDESC), Lages- SC, Brasil

Bianca Lamounier da Silva Lima   

Estudante de Graduação em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina(UDESC),
Lages- SC, Brasil

Ludmilla Morais Pereira   

Mestra em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal de Tocantins (UFT), Tocantins -TO,
Brasil

Tiago Georg Pikart   

Doutor em Entomologia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Docente do Centro de Educação
Superior da região Sul (CESRS), Departamento de Engenharia de Pesca e Ciências Biológicas, UDESC,
Laguna-SC, Brasil

Luciana Magda de Oliveira   

Doutora em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), Docente do Centro de
Ciências Agroveterinárias (CAV), Departamento de Engenharia Florestal, UDESC, Lages-SC, Brasil

DOI: 10.52832/wed.148.902 

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

Resumo: A biometria de frutos e sementes contribui na diferenciação de espécies de mesmo gênero e de variedades de uma mesma espécie. O objetivo deste trabalho foi caracterizar e comparar biometricamente os frutos e sementes das variedades Cambona e Nativa de *Ilex paraguariensis*, colhidas no município de Joaçaba/SC. Foram utilizados 100 frutos maduros, visualmente sadios, inteiros e sem deformações, por variedade (Nativa e Cambona), os quais foram analisados quanto ao comprimento, largura e número de sementes por fruto. Após a extração, 100 sementes foram selecionadas aleatoriamente e analisadas quanto ao comprimento, largura e coloração. Os dados foram submetidos à normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (Bartlett). Quando os pressupostos não foram atendidos, aplicou-se o teste de Kruskal-Wallis. Em relação à biometria dos frutos, o comprimento variou de 5,13 a 5,46 mm, apresentando diferença estatística entre as variedades. A largura dos frutos também mostrou diferença significativa, variando de 5,60 a 6,60 mm. Por outro lado, o número de sementes por fruto não diferiu significativamente entre as variedades. As variáveis relacionadas às sementes apresentaram diferenças estatísticas, com o comprimento variando de 2,26 a 2,56 mm e a largura de 0,87 a 0,95 mm. A coloração das sementes não variou entre as variedades, sendo classificada como de coloração Olive Yellow (6/6), pela *Munsell Soil Color Charts*. É possível concluir que os frutos e sementes apresentam variação biométrica, com diferenças significativas entre as variedades, exceto para o número de sementes por fruto. Os fatores abióticos e bióticos podem ter influenciado na expressão dessas características.

Palavras-chave: Erva-mate. Qualidade de semente. Índices biométricos.

Abstract: Fruit and seed biometrics help to distinguish between species of the same genus and varieties of the same species. The aim of this study was to biometrically characterise and compare the fruits and seeds of the Cambona and Nativa varieties of *Ilex paraguariensis*, harvested in the municipality of Joaçaba/SC. For each variety (Nativa and Cambona), 100 ripe, visually healthy, whole and undeformed fruits were used and analysed for length, width and number of seeds per fruit. After extraction, 100 seeds were randomly selected and analysed for length, width and colour. The data were subjected to normality (Shapiro-Wilk) and homogeneity of variances (Bartlett). If the assumptions were not met, the Kruskal-Wallis test was applied. In terms of fruit biometrics, the length ranged from 5.13 to 5.46 mm, showing a statistical difference between the varieties. Fruit width also showed significant differences, ranging from 5.60 to 6.60 mm. On the other hand, the number of seeds per fruit did not differ significantly between the varieties. The variables related to the seeds showed statistical differences, with length varying from 2.26 to 2.56 mm and width from 0.87 to 0.95 mm. The colour of the seeds did not vary between the varieties, being olive yellow (6/6) according to the Munsell soil colour charts. It can be concluded that the fruits and seeds show biometric variation, with significant differences between the varieties, except for the number of seeds per fruit. Abiotic and biotic factors may have influenced the expression of these characteristics.

Keywords: Yerba mate. Seed quality. Biometric indices.

1 INTRODUÇÃO

Ilex paraguariensis A.St.-Hil. (Aquifoliaceae) é uma espécie arbórea, conhecida popularmente como erva-mate. No Brasil, sua ocorrência é registrada nos estados da Bahia ao Rio Grande do Sul, na região nordeste da Argentina e em grande parte do Paraguai (Sobral *et al.*, 2013). Sua cultura abrange vários setores da indústria e tem grande importância econômica, social, ambiental e cultural (Wendling; Santin, 2015).

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

A produção de mudas de erva-mate é realizada, principalmente, a partir de sementes (Wendling; Santin, 2015). No entanto, essas sementes apresentam uma taxa de germinação reduzida e desuniforme, associada à dormência morfofisiológica (Wendling; Santin, 2015; Galíndez *et al.*, 2018, Souza *et al.*, 2020).

Os principais critérios para definir a qualidade das sementes são pureza, germinação, umidade e análise fitossanitária (Kapadia; Sasidharan; Patil, 2017). O tamanho da semente também é um atributo importante para sua qualidade. De modo geral, sementes maiores apresentam maior quantidade de reservas e embriões mais bem formados, possuindo um maior potencial de vigor (Pádua *et al.*, 2010). Além disso, sementes com maior quantidade de reservas aumentam a probabilidade de sucesso no estabelecimento da plântula (Haig; Westoby, 1991).

A biometria de sementes é uma variável bastante empregada na caracterização, diferenciação da qualidade fisiológica de diferentes espécies vegetais, sendo que a biometria de frutos e sementes contribui significativamente na diferenciação de espécies de mesmo gênero (De Lucena *et al.*, 2017; Magalhães *et al.*, 2021) e de variedades de uma mesma espécie. Além disso, a biometria de sementes é bastante relevante como análise preliminar para taxonomia, produção de sementes, além relação direta com as taxas de germinação (Paiva *et al.*, 2017; Vieira *et al.*, 2019; Winhelmann *et al.*, 2022). Os estudos baseados nos aspectos morfobiométricos de frutos e sementes são de grande importância para o manejo, propagação e conservação das espécies, porque permitem a verificação de possíveis padrões morfoanatômicos comuns entre táxons, indicação de especializações de órgãos e sua correta interpretação e classificação (Souza; Cavalcante, 2019), permitindo a identificação botânica de espécies (Mendonça *et al.*, 2016). Além disso, demonstram a variabilidade entre populações de mesma espécie ou de mesmo gênero (Gusmão; Vieira; Fonseca Júnior *et al.*, 2006). Em espécies florestais nativas, é comum haver grande variação nas dimensões de frutos e sementes (Villachica *et al.*, 1996; Gusmão *et al.*, 2006), o que indica uma alta variabilidade genética dentro da própria espécie e/ou entre indivíduos (Brigiola, 2019). Diante disso, o objetivo deste trabalho foi caracterizar e comparar biometricamente os frutos e sementes das variedades Cambona e Nativa de *Ilex paraguariensis*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A coleta dos frutos de *Ilex paraguariensis* foi realizada no mês de março de 2025, no município de Joaçaba, SC que possui um clima quente e temperado, com pluviosidade significativa ao longo de todo o ano. Mesmo nos meses mais secos, ainda há um volume considerável de precipitações. De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, o



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

clima do município é do tipo Cfa. A temperatura média anual é de 18,1 °C, e a pluviosidade média anual é de 1844 mm (CLIMATE, 2025).

Foram coletados frutos maduros com a coloração violeta a roxo escuro de duas matrizes por variedade (Cambona e Nativa). Os frutos foram identificados, acondicionados em embalagens de plásticos semipermeáveis ainda em campo e transportados para o Laboratório de Sementes Florestais (LSF) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC/CAV).

2.2 Metodologia da pesquisa

2.2.1 Biometria de frutos

Para a análise biométrica, foram utilizados 100 frutos maduros, visualmente sadios, inteiros e sem deformações, por variedade. Os dados foram obtidos por meio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm, sendo avaliados o comprimento (C) e a largura (L) (Figura 1). Além disso, foi contabilizado o número de sementes por fruto.

Figura 1 – Medidas morfométricas de frutos de *Ilex paraguariensis* com o uso de paquímetro digital: (A) identificação da medida, (B) largura (L) e (C) comprimento (C).



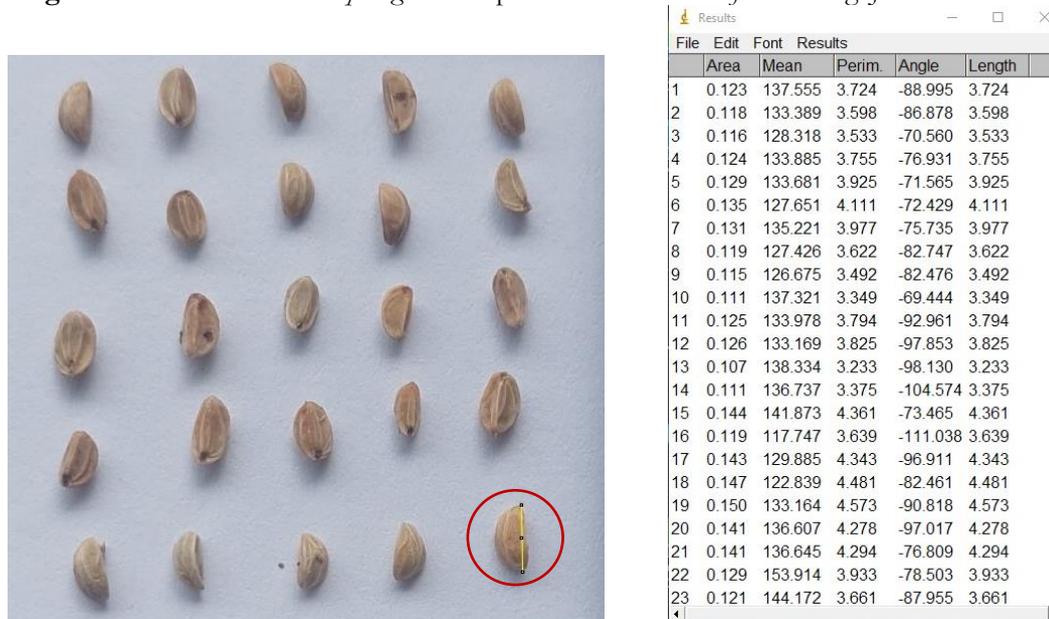
Fonte: Autores, 2025.

2.2.2 Biometria de sementes

Os frutos foram levados ao laboratório, onde foi realizada a extração das sementes por meio de maceração e lavagem com o auxílio de peneira sob água corrente. Em seguida, as sementes foram dispostas sobre papel toalha para secagem. Após a secagem, foram selecionadas 100 sementes por variedade, as quais foram distribuídas em quatro repetições de 25 sementes. Posteriormente, as sementes foram fotografadas a uma distância de 20 cm, em um fundo de papel branco. As análises foram realizadas com o *software* ImageJ® versão 1.46 (Ferreira; Rasband, 2012). As imagens foram convertidas para o formato de 8 bits (256 tons), seguidas da calibração da escala da imagem (em mm), seleção da área a ser analisada e aplicação da máscara de *threshold* para a diferenciação de contraste entre os componentes da imagem. Por fim, as

sementes foram analisadas biometricamente, e os resultados foram exportados para uma planilha eletrônica (Figura 2).

Figura 2 – Sementes de *Ilex paraguariensis* para análise com o *software* ImageJ® versão 1.46.

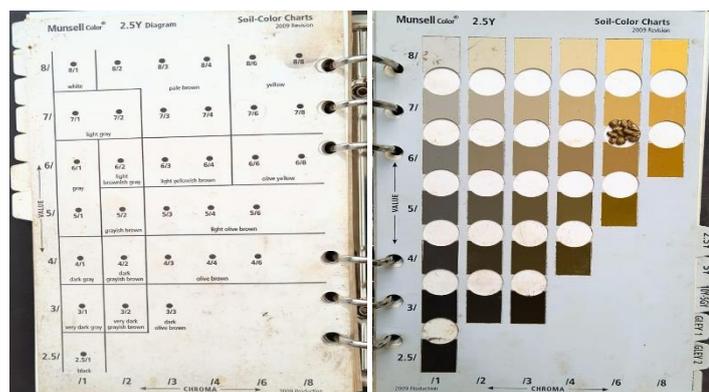


Fonte: Autores, 2025.

2.2.3 Análise colorimétrica

A caracterização colorimétrica das sementes foi realizada utilizando a coleção de cores do livro *Munsell Soil Color Charts* (2009), que contém as tonalidades necessárias para a identificação das sementes. As amostras de sementes foram colocadas ao lado das cores do livro, e foi selecionada aquela que mais se assemelhava. A comparação foi feita sob luz natural difusa, preferencialmente ao meio-dia, para evitar distorções causadas por iluminação artificial (Figura 3).

Figura 3 – Análise colorimétrica de sementes da *Ilex paraguariensis*, por meio da *Munsell Soil Color Charts*.



Fonte: Autores, 2025.

2.2.4 Análise estatística

A análise estatística foi iniciada com os testes de Tukey para comparar as médias e Bartlett, para avaliar a normalidade dos dados. Após a verificação dos pressupostos, os dados em relação as variáveis largura (L) e comprimento (C) dos frutos e sementes foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis e Bofferroni, permitindo a avaliação das diferenças entre os grupos analisados. As análises foram realizadas por meio do *software* R Studio 4.3.3 (R Core Team, 2024).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Biometria de frutos manual

Os resultados obtidos indicaram diferenças significativas entre as variedades e matrizes analisadas para os parâmetros de comprimento e largura dos frutos, enquanto o número de sementes por fruto não apresentou variação estatística significativa (Tabela 1).

Tabela 1 – Comprimento, largura e número de sementes por fruto coletados em matrizes das variedades Cambina e Nativa de *Ilex paraguariensis*.

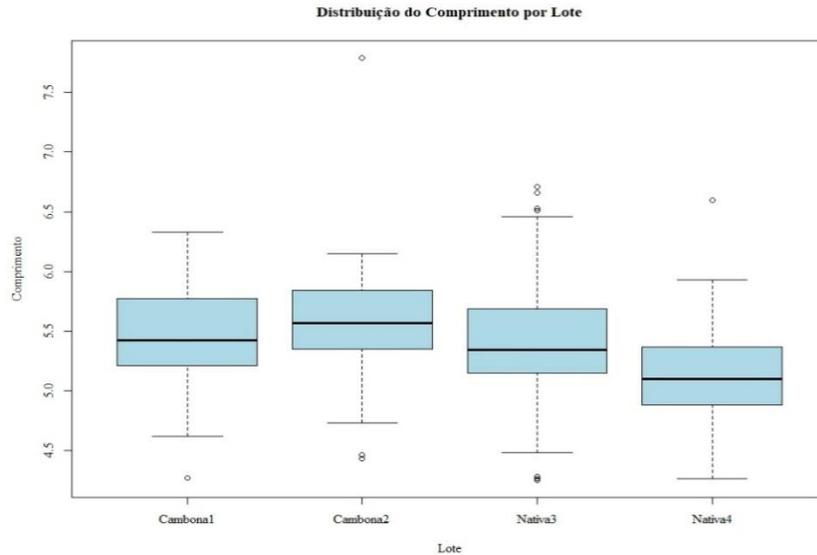
Variedades	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Número de sementes por frutos
Cambona 01	5,46 ab	6,10 b	3,99
Cambona 02	5,56 a	6,60 a	3,90
Nativa 01	5,39 b	5,69 c	3,9
Nativa 02	5,13 c	5,91 bc	3,99

Nota: ns: não significativo; letras iguais não diferem significadamente entre si na mesma coluna.

Fonte: Autores, 2025.

A variedade Cambona apresentou valores médios superiores à Nativa em relação a variável comprimento do fruto, com diferença estatística significativa entre elas. Também foram observadas diferenças significativas entre as matrizes avaliadas. A matriz Cambona 02 obteve o maior valor médio de comprimento (5,56 mm), sendo estatisticamente superior às matrizes Nativa 02 (5,39 mm) e Nativa 02 (5,13 mm), esta última com o menor comprimento médio. A matriz Cambona 01 apresentou comprimento intermediário (5,46 mm), sem diferença significativa em relação às matrizes Cambona 02 e Nativa 01, porém superior à matriz Nativa 02 (Tabela 1, Figura 4).

Figura 4 – Distribuição de frequência da variável comprimento dos frutos coletados em matrizes das variedades Cambona e Nativa de *Ilex paraguariensis*.



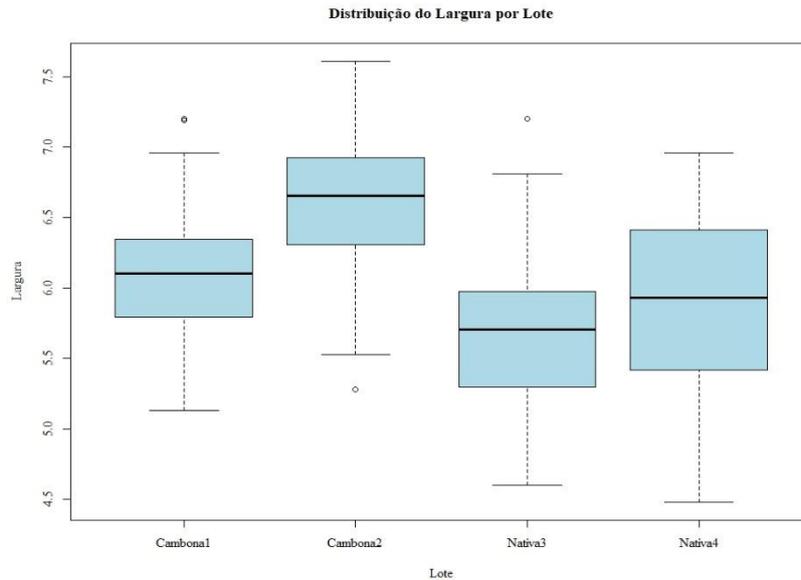
Fonte: Autores, 2025.

No que se refere à largura dos frutos, o comportamento das variedades foi igual ao observado para a variável comprimento. Já em relação matrizes, a Cambona 02 apresentou a maior média de largura (6,60 mm), sendo estatisticamente superior às demais matrizes avaliadas. As matrizes Cambona 01 (6,10 mm) e Nativa 02 (5,91 mm) não diferiram estatisticamente entre si, porém a matriz Cambona 01 apresentou valor superior à matriz Nativa 01 (5,69 mm) (Figura 5). Quanto ao número médio de sementes por fruto, os valores variaram de 3,90 a 3,99 entre as matrizes, não sendo observada diferença estatística significativa, o que indica que essa característica não foi influenciada pelas variedades analisadas.

Winhelmann *et al.* (2022) verificaram que, em determinadas espécies, diferentes condições ambientais durante o período de desenvolvimento das sementes podem ocasionar variações no tamanho, na forma e na cor. Além disso, os autores também observaram que árvores localizadas próximas, a uma distância aproximada de cinco metros, apresentaram diferenças na biometria, evidenciando a importância de fatores genéticos que podem contribuir para a variabilidade observada.

As plantas matrizes analisadas neste estudo estão situadas no mesmo ambiente, porém expostas a condições distintas, uma vez que as Cambonas estão sob sombreamento, com algumas árvores ao redor da plantação, enquanto as matrizes da variedade Nativa se encontram em uma área com maior incidência de luz solar, sem sombreamento, o que pode ter influenciado as diferenças observadas no tamanho das sementes e dos frutos.

Figura 5 - Distribuição de frequência da variável largura dos frutos coletados em matrizes das variedades Cambona e Nativa de *Ilex paraguariensis*.



Fonte: Autores, 2025.

3.2 Biometria de sementes

Para o comprimento das sementes, não foi observada diferença significativa entre as variedades, exceto para a matriz Cambona 02, que apresentou o menor valor médio (2,26 mm). Em relação à largura das sementes, também não houve variação significativa entre as variedades, com exceção da matriz Nativa 01, que apresentou o menor valor médio (0,87 mm). No entanto, ao comparar a variável largura entre as diferentes matrizes, verificou-se diferença estatística significativa. A matriz Cambona 02 obteve o maior valor médio de largura (0,95 mm), embora não tenha diferido estatisticamente das matrizes Cambona 01 (0,90 mm) e Nativa 02 (0,93 mm). A matriz Nativa 01 apresentou o menor valor médio (0,87 mm), porém, sem diferença significativa em relação à matriz Cambona 01 (Tabela 2). Os valores médios das dimensões dos pirenos são semelhantes aos encontrados por Mutinelli (1988).

Em determinadas espécies, diferentes condições ambientais durante o período de desenvolvimento das sementes podem ocasionar variações de tamanho, forma e cor. O tamanho das sementes está relacionado à massa, cujas alterações estão relacionadas com a influência de vários fatores, principalmente ambientais. Luz, temperatura e disponibilidade de nutrientes são fatores que influenciam a planta mãe durante a formação e o desenvolvimento das sementes (Baskin; Baskin, 2014).

Os resultados comparativos evidenciaram que dentro da mesma espécie podem existir variações que podem ser justificadas pelas diferentes condições ambientais às quais as plantas estão expostas, como oscilações de temperatura e de precipitações, restrições nutricionais,

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

resultando em espécies adaptadas com características fenotípicas distintas (Silva; Scariot, 2013). Winhelmann (2022) observou tamanhos diferentes em sementes de *Ilex paraguariensis* entre matrizes e nos diferentes quadrantes de uma mesma planta. Duboc; França (2016) também observaram variações nos tamanhos de sementes de *Ilex paraguariensis* em lotes distintos.

Tabela 2 – Comprimento e largura de sementes de *Ilex paraguariensis* de matrizes das variedades Cambona e Nativa.

Variedades	Comprimento (cm)	Largura (cm)
Cambona 01	2,55 a	0,90 ab
Cambona 02	2,26 b	0,95 a
Nativa 03	2,56 a	0,87 b
Nativa 04	2,45 a	0,93 a

Nota: Letras iguais não diferem significativamente entre si na mesma coluna

Fonte: Autores, 2025.

3.3 Análise colorimétrica

As sementes das matrizes das duas variedades apresentaram a cor Olive Yellow (6/6), de acordo com *Munsell Soil Color Charts* (2009). De acordo com Asiedu e Powell (1998), a coloração do tegumento das sementes é uma característica que influencia sua permeabilidade à água. Ainda segundo esses autores, sementes sem acúmulo de pigmentos apresentaram maiores taxas de embebição em comparação com sementes pigmentadas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os frutos e sementes apresentam variação biométrica, com diferença significativa entre as variedades, exceto para o número de sementes por fruto. Os fatores abióticos, bióticos, genéticos e disponibilidade de nutrientes podem ter influenciado a expressão dessas características. A identificação das características específicas entre os membros de uma espécie fornece informações valiosas sobre sua diversidade.

REFERÊNCIAS

ASIEDU, E.A.; POWELL, A.A. Comparisons of storage potential of cultivar of cowpea (*Vigna unguiculata*) differing in seed coat pigmentation. **Seed Science and Technology**, v. 26, n. 1, p. 211-221, 1998.

BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. 2. ed. San Diego: Elsevier, 2014. 1586 p.

CLIMATE-DATA.ORG. **Dados climáticos para cidades mundiais**. Oedheim, 2020. Disponível em: <http://bit.ly/2EGIkV2>. Acesso em: 05 abr. 2025.

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

DE LUCENA, E. O. *et al.* Biometria e qualidade fisiológica de sementes de juazeiro (*Ziziphus Joazeiro marth.*) de diferentes matrizes do semiárido paraibano. **Agropecuária científica no semiárido** 13.4, 275-280. 2017.

DUBOC, E.; FRANÇA, R. S. S. R. Resultados preliminares sobre a qualidade de sementes de erva-mate coletados no Estado de Mato Grosso do Sul em 2015. **Cadernos de Agroecologia**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 1-10, 2016.

FERREIRA, T.; RASBAND, W. ImageJ User Guide ImageJ/Fiji 1.46. **Revised edition, ImageJ**, 2012.

GALÍNDEZ, G. C. D. *et al.* Three levels of simple morphophysiological dormancy in seeds of *Ilex* (Aquifoliaceae) species from Argentina. **Seed Science Research, Cambridge**, v. 28, n. 2, p. 131- 139, 2018. DOI: [10.1017/S0960258518000132](https://doi.org/10.1017/S0960258518000132)

GUSMÃO, E.; VIEIRA, F. A.; FONSECA JÚNIOR, E. M. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss.). **Revista Cerne**, v. 12, n. 1, p. 84-91, 2006.

HAIG, D.; WESTOBY, M. Seed size, pollination casts and angiosperm success. **Evolutionary Ecology**, v.5, p.231-247, 1991.

MAGALHÃES, P. S. C. *et al.* Morfometria de frutos e sementes e métodos para superação da dormência de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (Fabaceae). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e6010313034-e6010313034, 2021. DOI: [10.33448/rsd-v10i3.13034](https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13034)

MENDONÇA, A.V. R. *et al.* Morfologia de frutos e sementes e germinação de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz, comb. Nov. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 375-387, 2016. DOI: [10.5902/1980509822738](https://doi.org/10.5902/1980509822738)

MUTÍNELLI, A. **Caracteres biométricos de las semillas de la yerba-mate (*Ilex paraguayensis* St. Hil. var. genuina Loes.)** Posadas: UNAM, p.9 -28. (n. esp., 5), 1988.

PÁDUA, G.P. *et al.* Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.9-16, 2010. DOI: [10.1590/S0101-31222010000300001](https://doi.org/10.1590/S0101-31222010000300001)

SILVA P.A.D., SCARIOT A. Phenology, biometric parameters and productivity of fruits of the palm *Butia capitata* (Mart.) Beccari in the Brazilian Cerrado in the north of the state of Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, p. 580-589, 2013.

SOUZA, A. C. *et al.* Causes of low seed quality in *Ilex paraguayensis* A. St. Hil. samples (Aquifoliaceae). **Floresta e Ambiente**, v. 27, n. 4, e20170960, 2020. DOI: [10.1590/2179-8087.096017](https://doi.org/10.1590/2179-8087.096017)

SOUZA, D. D.; CAVALCANTE, N. B. Biometria de frutos e sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae). **Acta Biológica Catarinense**, Joinville, v. 6, n. 2, p.115-122, 2019. DOI: [10.21726/abc.v6i2.225](https://doi.org/10.21726/abc.v6i2.225)

SOBRAL, M. *et al.* **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil**. São Carlos: Rima, 362 p. 2013.



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

WENDLING, I.; SANTIN, D. **Propagação e nutrição de erva-mate**. Brasília, DF: Embrapa, 195p, 2015.

WINHELMANN, M. C. *et al.* Avaliação da qualidade de sementes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) oriundas de diferentes plantas matrizes. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 1, p. 247-265, 2022. DOI: [10.37779/nt.v25i2.4667](https://doi.org/10.37779/nt.v25i2.4667)

KAPADIA, V. N.; SASIDHARAN, N.; PATIL, K. Seed Image Analysis and Its Application in Seed Science Research. **Seed**, v. 7, n. 2, 2017. DOI:[10.19080/AIBM.2017.07.555709](https://doi.org/10.19080/AIBM.2017.07.555709)

VILLACHICA, H. *et al.* **Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia**. Lima: Tratado de Cooperacion Amazonica, Secretaria Pro-tempore, p. 152-156, 1996.

VIEIRA, A. B. *et al.* Biometria e qualidade fisiológica interespecífica de duas espécies de araticunzeiro do Cerrado. **Magistra**, v. 30, p. 237-250, 2019.



CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO DA ARBORIZAÇÃO URBANA DO BAIRRO DA FRANCESA, PARINTINS, AMAZONAS

EVALUATION OF URBAN ARBORIZATION IN THE NEIGHBORHOOD OF
FRANCESA, PARINTINS, AMAZONAS

Lucas da Costa Fonseca   

Mestre em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da
Conquista – BA, Brasil

Sanderléia de Oliveira dos Santos   

Mestre em Ciências Florestais (UFES), Docente da Universidade do Estado do Amazonas,
(UEA), Itacoatiara- AM, Brasil

Rayannie Batista Rodrigues   

Engenheira Florestal, Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Itacoatiara- AM, Brasil

Ana Júlia Santos Brito   

Engenheira Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da
Conquista– BA, Brasil

José Fellip Catique Marinho   

Engenheiro Florestal, Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Itacoatiara- AM, Brasil

Beatriz Almeida de Andrade   

Engenheira Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da
Conquista-BA, Brasil

Elisandra Maria Farias da Cruz   

Engenheira de Produção, Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Itacoatiara-AM, Brasil

DOI: 10.52832/wed.148.903 

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

Resumo: A realização de um inventário na arborização de ruas é o meio mais seguro de conhecer patrimônio arbóreo de uma cidade, fornecendo informações sobre prioridades de intervenções, seja com tratamentos fitossanitários, remoção de árvores ou plantios e replantios, bem como indica as necessidades de poda. O objetivo do presente trabalho foi quantificar, identificar e avaliar a qualidade das árvores no Bairro da Francesa no município de Parintins-AM. O bairro da Francesa foi escolhido em conjunto com a Secretária do Meio Ambiente do município, por ser um dos bairros mais antigos, que possui valor histórico, cultural e social. O levantamento dos dados foi feito por meio de um inventário com visitas no bairro previamente delimitado percorrendo-se todas as ruas com o auxílio do mapa físico da cidade. Para as coletas de campo, foi elaborado um formulário com informações referentes a cada árvore. A identificação da espécie foi realizada com o auxílio da literatura específica. Foram identificadas 17 espécies, distribuídas em 12 famílias, onde houve a predominância de *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch com 81 indivíduos inventariados (48,21%). A média do DAP encontrada foi de 25,2 cm, e altura de 9,2 m. Isto evidencia que a arborização do bairro é antiga com indivíduos bem estabelecidos.

Palavras-chave: Inventário. Florestas Urbanas. *Licania Tomentosa*. Amazônia.

Abstract: Carrying out an inventory of street trees is the safest way to learn about a city's tree heritage, providing information on intervention priorities, whether with phytosanitary treatments, tree removal or planting and replanting, as well as indicating pruning needs. The objective of this study was to quantify, identify and evaluate the quality of trees in the neighborhood of Francesa in the municipality of Parintins-AM. The neighborhood of Francesa was chosen in conjunction with the city's Secretary of the Environment, because it is one of the oldest neighborhoods, with historical, cultural and social value. Data collection was done through an inventory with visits to the previously delimited neighborhood, walking through all the streets with the help of the physical map of the city. For field collections, a form with information regarding each tree was prepared. Species identification was performed with the help of specific literature. Seventeen species were identified, distributed in 12 families, with a predominance of *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch with 81 individuals inventoried (48,21%). The average DBH found was 25,2 cm, and height of 9,2 m. This shows that the neighborhood's trees are old and well-established.

Keywords: Inventory. Urban Forests. *Licania Tomentosa*. Amazon.

1 INTRODUÇÃO

O tema arborização urbana vem constantemente sendo alvo de estudos principalmente em função das características biológicas que as árvores possuem e os vários benefícios que pode proporcionar tanto ao meio urbano quanto à população. Entendendo que é fundamental ter esse respeito na interação homem e natureza, capaz de proporcionar uma melhor qualidade de vida de uma maneira geral (Lima Neto, 2011).

O meio urbano é desenvolvido de uma forma mais espontânea do que planejado. A falta de planejamento, relacionada com a forma e a intensidade que essas espacializações ocorrem, podem gerar impactos ambientais, condicionados pela falta de critério adequado para ocupação do solo, levando a ocupações irregulares e interferindo na qualidade de vida das pessoas (Felippe,



2012). De acordo com Michalka-Júnior e Malaguti (2015), a apropriação do meio natural pelo crescimento das cidades ocorre de forma silenciosa e gradual, de forma a tornar o meio urbano um ambiente desconfortável para os habitantes.

Para Barbedo *et al.* (2005), a arborização deve respeitar os valores culturais, ambientais e de memória da cidade. Deve, ainda, considerar sua ação potencial de proporcionar conforto para as moradias, abrigo e alimento para avifauna, diversidade biológica, diminuição da poluição, condições de permeabilidade do solo e paisagem, contribuindo para a melhoria das condições urbanísticas.

Os vários benefícios que a arborização urbana proporciona estão ligados ao planejamento efetivo (Rocha *et al.*, 2004). Pivetta e Silva-Filho (2002) citam que a arborização bem planejada é importante, independente do porte da cidade, uma vez que é mais fácil implantar quando se tem um planejamento do que corrigir os aspectos negativos, à medida que tenta se encaixar as condições já existentes, proporcionando vantagens para o homem e meio ambiente, tais como: bem-estar psicológico ao homem; valorização estética e paisagística do local; melhor efeito estético; sombra para os pedestres e veículos; reduzem a velocidade e direcionam o vento; absorção de CO₂ e retenção de partículas sólidas em suspensão; amortecem o som, amenizando a poluição sonora.

Com isso, planejar a arborização das ruas é escolher a árvore certa para o lugar certo, utilizando técnicas adequadas para se obter um bom resultado. As etapas para a realização do planejamento consideram as atividades referentes a levantamento das condições atuais dos indivíduos; condições físico-sanitárias; informações de manejo; identificação dos indivíduos com ausência de poda, incentivo ao uso de espécies nativas. (Maranho *et al.*, 2012).

Neste contexto, o presente trabalho objetivou realizar o inventário quantitativo e avaliar a qualidade das árvores de ruas e logradouros públicos do bairro da Francesa, município de Parintins, Amazonas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da pesquisa

O bairro da Francesa foi escolhido em conjunto com a Secretária do Meio Ambiente do município, por ser um dos bairros mais antigos, que possui valor histórico, cultural e social. Como o bloco carnavalesco Lagarto Salgado, no qual realiza ações de educação ambiental no bairro.

Segundo Carvalho (2013), o bairro da Francesa começa a existir nos anos 1950, localizando-se a leste do Centro da cidade de Parintins, tendo como limite a atual rua Sá Peixoto.



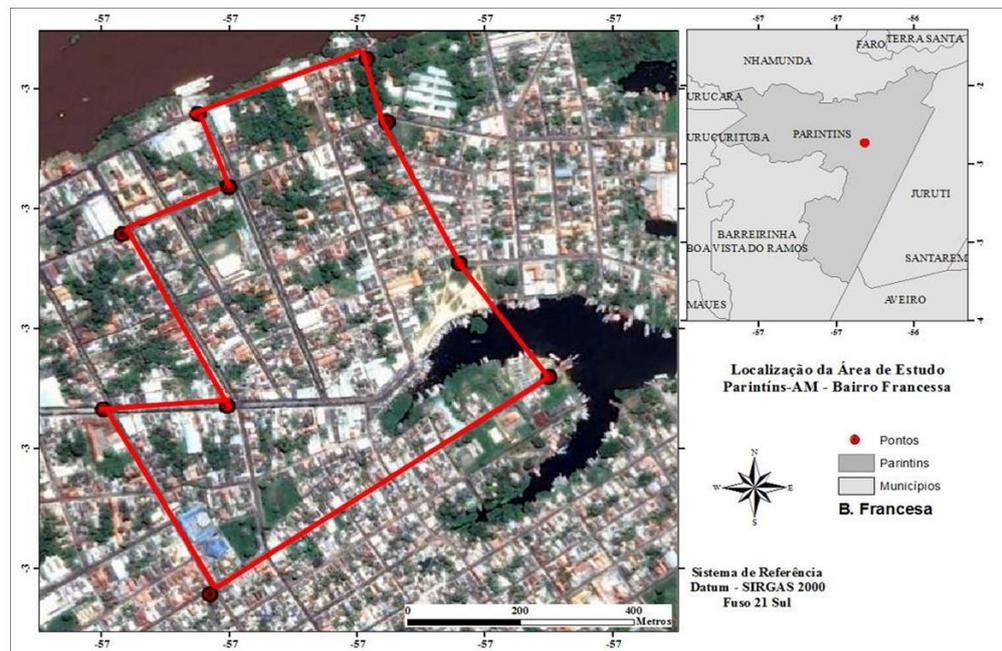
Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

A cidade começa a se expandir gradualmente, existindo apenas caminhos de terra. Esta situação melhora apenas a partir dos anos 1970, quando ocorreu intenso êxodo rural para a cidade. O bairro, então, tem as primeiras ruas asfaltadas, construído um aterro na margem da Lagoa da Francesa, em 1979. Este aterro possibilitou a ligação da lagoa com ruas importantes para o comércio do bairro.

2.2 Área de Estudo e Público-alvo

O município de Parintins pertence a 9ª Sub-região do estado do Amazonas (AM) – Região do Baixo Amazonas. A sede municipal está localizada nas coordenadas geográficas 02° 37' 42" Sul e 56° 44' 09" Oeste. De acordo com estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2017), o município possui 113.832 habitantes distribuídos em uma área de 5.952 km², localizando-se no extremo leste do estado, distante cerca de 369 quilômetros da capital Manaus (Figura 1).

Figura 1 - Bairro da Francesa, Parintins.



Fonte: Fonseca, 2018.

2.3 Metodologia da pesquisa

O levantamento quantitativo foi feito por meio de um inventário de arborização urbana nos meses de março e abril de 2018. Foram incluídas todas as espécies com Diâmetro à Altura do Peito (DAP) igual ou superior a 10,0 cm. Todas as informações foram registradas em fichas de

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

campo adaptadas de Paiva e Gonçalves (2002). Os dados registrados foram: número da árvore, nome vulgar e nome da rua, variáveis biométricas do levantamento quantitativo, e parâmetros qualitativos.

Para os dados quantitativos foram utilizados: a) *Altura total (Ht)*: obtida por meio de um hipsômetro que se baseia no princípio trigonométrico, conhecido como Nível de Abney. Para a utilização desse instrumento é necessário conhecer a distância entre o observador e a árvore para que as leituras sejam feitas corretamente. As leituras foram feitas na base e no topo da árvore. b) *Diâmetro a Altura do Peito (DAP)*: medido a 1,30 m do solo utilizando uma fita métrica, como demonstra a (Figura 2); e c) As espécies não identificadas em campo foram, posteriormente, identificadas por meio de *consulta à literatura e classificadas* quanto à origem em exóticas ou nativas.

Figura 2 - Coleta de dados em campo.



Fonte: Fonseca, 2018.

Para os dados qualitativos foram utilizados: a) *Fitossanidade das árvores* (Vigorosa: Árvores sadias, sem sinais de pragas, doenças ou injúrias mecânicas; Vigor médio: Árvores que apresentam sinais aparentes de pragas, doenças ou problemas fisiológicos. Ruim: Árvores em estágio de declínio e com severos danos de pragas, doenças ou injúrias mecânicas; Morta: Árvores secas ou com morte iminente). b) *Qualidade da copa* (Vigorosa: Sem sinais de pragas, doenças ou danos; Danificada: Presença de pequenos danos físicos, problemas de pragas ou doenças). c) *Condição de poda* (Bem conduzida: Evita o contato das árvores com pedestres, veículos e rede elétrica; Regular: Evita o contato das árvores somente com a rede elétrica; Drástica: Remoção total da copa dos indivíduos; Ausente: Sem poda). d) *Condições do fuste*: Cilíndrico: Quando o fuste se apresenta alongado e arredondado, possuindo quase o mesmo diâmetro ao longo do comprimento; Levemente tortuoso: Fuste com leve tortuosidade; Tortuoso: Fuste altamente tortuoso; Ramificado: Surgimento de ramificações abaixo de 1,50 m. e) *Condição do sistema radicular* (Subterrâneo: Raízes totalmente abaixo do solo, não chega a causar nenhum prejuízo; Superficial:

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

Raízes expostas provocando pequenos danos ao calçamento; Exposto: Raízes expostas na área de crescimento da árvore, tendo causado algum tipo de prejuízo). f) *Disposição da rede elétrica* (Acima: Rede elétrica acima da copa dos indivíduos; Entre: Rede elétrica entre a copa dos indivíduos; Ausente: Ausência da fiação elétrica. g) *Condição do calçamento* (Danos leves: Quando o calçamento está levemente danificado; Danos severos: Quando o calçamento está altamente danificado; Danos ausentes: Quando o calçamento está sem danos. h) *Área livre de pavimentação* (Adequada: Quando a área de crescimento se apresentava maior que 1m x 1m; Pequena: Quando a área de crescimento se apresentava menor que 1m x 1m; Ausente: Área de crescimento totalmente pavimentada. i) *Influência no trânsito* (Pedestre: Influência no trânsito de pedestres; Veículo: Influência no trânsito de veículos; Nenhum: Sem nenhuma interferência).

Após a coleta de dados, as informações foram tabuladas em planilha do Microsoft Excel®, versão 2016. Para a descrição dos dados numéricos, com o propósito de um melhor entendimento dos dados coletados, foi realizada uma análise descritiva.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Parâmetros Quantitativos

O inventário arborístico encontrou 168 indivíduos, distribuídos em 17 espécies, pertencentes a 12 famílias botânicas. Houve a predominância de *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch com 81 indivíduos (48,21%), seguida de *Ficus benjamina* L., com 43 indivíduos (25,60%). As famílias botânicas representadas pelo maior número de espécies foram: Fabaceae (3), seguida de Anacardiaceae, Malvaceae e Moraceae, todas com 2 espécies cada. Como demonstra a (Tabela 1).

Tabela 1 - Famílias, espécies, origem, número e frequência de indivíduos registrados no bairro da Francesa, município de Parintins, Amazonas (2018).

Famílias	Nome Científico	Nome Vulgar	Origem	NI	Fr. (%)
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	Mangueira	Exótica	7	4,17
	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Cajueiro	Nativa	1	0,6
Arecaceae	<i>Roystonea oleracea</i>	Palmeira Imperial	Exótica	3	1,79
Caesalpiniaceae	<i>Schizolobium amazonicum</i>	Paricá	Nativa	1	0,6
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Mamoeiro	Nativa	1	0,6
Chrysobalanaceae	<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch.	Oitizeiro	Nativa	81	48,21
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	Castanheira	Exótica	7	4,17

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

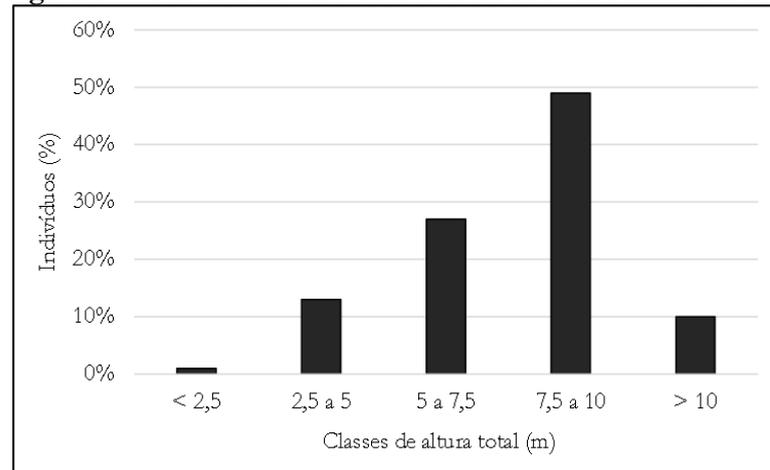
Fabaceae	<i>Eperua bijuga</i> Mart.	Ipê	Nativa	5	2,98
	<i>Caesalpinia echinata</i> L.	Pau Brasil	Nativa	6	3,57
	<i>Caesalpinia ferrea</i> C. Mart.	Jucazeiro	Nativa	1	0,6
Lauraceae	<i>Cinnamomum verum</i> J. Presl	Canela	Exótica	2	1,19
Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i> L.	Cacaueiro	Exótica	1	0,6
	<i>Bombax munguba</i> Mart.	Mungubeira	Nativa	6	3,57
Moraceae	<i>Morus nigra</i>	Amoreira	Exótica	1	0,6
	<i>Ficus benjamina</i> L.	Benjamimzeiro	Exótica	43	25,6
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Goiabeira	Nativa	1	0,6
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapeiro	Exótica	1	0,6
TOTAL				168	

Fonte: Fonseca, 2018.

Ao considerar as espécies inventariadas no bairro, as espécies nativas apresentaram maior ocorrência com 62% dos indivíduos, enquanto os indivíduos exóticos apresentaram 38%. As exóticas são aquelas que se encontram fora do seu ambiente de origem e quando oferecem riscos às espécies nativas e seus habitats, aos ecossistemas e aos seres humanos é chamada de espécie exótica invasora. Para Maranhão (2012), espécies exóticas são aquelas oriundas de outros países que não pertencem à flora local, não sendo, portanto, nativas. Ter mais espécies nativas na arborização é um fator positivo porque a adaptação e desenvolvimento dos indivíduos tendem a ser melhores.

Bobrowisk *et al.* (2015), assegura que a implantação de espécies exóticas no meio urbano, indicam que sejam removidas ou substituídas, com o propósito de evitar que maciços florestais nativos da cidade sejam tomados, podendo causar perda da biodiversidade e a alteração da paisagem natural. Meira *et al.* (2015), afirma que algumas espécies exóticas não comprometem a vegetação nativa, haja vista que estas não possuem capacidade de dispersão na região onde foram inseridas, isto é, nem toda espécie exótica traz prejuízos ambientais.

Na distribuição em classes de altura da arborização do bairro, observou-se que 49% dos indivíduos apresentaram altura entre 7,5 e 10 m, o que é explicado pela necessidade de realização de podas frequentes, considerando que a maior parte é de *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch., e que a copa das árvores desta espécie ultrapassa a altura da rede elétrica (Figura 3).

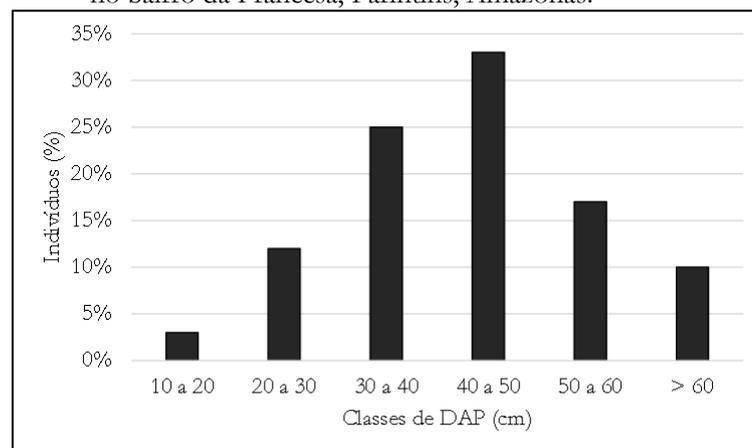
Figura 3 - Percentual de indivíduos distribuídos nas classes de altura.

Fonte: Fonseca, 2018.

Estes resultados são semelhantes são encontrados por Costa (2017), em um levantamento das espécies mais utilizadas nas praças de Caxias, Maranhão, onde 76% dos indivíduos estão na classe de altura entre 5 a 10 m. O autor afirma que este percentual indica a existência de uma população arbórea desenvolvida.

Para Meira (2015), às espécies arbóreas de porte pequeno são aquelas que possuem alturas de 2 a 4 m, espécies de porte médio aquelas que possuem altura superior a 4 e inferior a 8 m e espécies de porte grande com alturas a partir de 8 m. Conhecer essas características auxilia na escolha de espécies que se adequem às diversas situações encontradas nas cidades.

O DAP médio encontrado considerando todos os indivíduos foi de 25,2 cm. Diante desse valor observa-se que na distribuição das classes de diâmetro, 10% dos indivíduos enquadraram-se na classe > 60 cm, seguida 3% de indivíduos com Diâmetro a Altura do Peito < 10 cm (Figura 4).

Figura 4 - Percentual de indivíduos distribuídos nas classes de Diâmetro à Altura do Peito (DAP) no bairro da Francesa, Parintins, Amazonas.

Fonte: Fonseca, 2018.

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

Diante do exposto, observa-se haver predominância de indivíduos adultos, mostrando que o bairro apresenta indivíduos bem estabelecidos, e uma arborização antiga. No entanto, a vegetação do bairro também é composta por indivíduos que ainda não atingiram a maturidade.

3.2 Parâmetros Qualitativos

Em relação à fitossanidade, foram 29% das árvores apresentaram boas condições de saúde, sem nenhum ataque de pragas ou doenças. No entanto, 20% apresentaram situação regular, médias condições de vigor e saúde, sinais de ataque de insetos, doença e problemas fisiológicos e 50% das árvores em condições ruins, apresentando ataque muito severo por insetos, doença e injúria mecânica e somente 1% das árvores estavam mortas.

Em relação à qualidade das copas dos indivíduos, 94% apresentaram-se vigorosas. Em 6% foi verificada a presença de uma planta parasita, conhecida popularmente como erva-de-passarinho. Esses resultados estão em conformidade com os encontrados por Ferro (2015), nas ruas de Parauapebas, no estado do Pará, onde 90,38% dos indivíduos apresentaram copas vigorosas, sem sintomas de doenças ou injúrias, contudo em alguns indivíduos também houve a presença de erva-de-passarinho. O autor ainda aponta a presença de plantas parasitas, uma vez que estas podem interferir no processo de respiração, afetando a vitalidade das plantas.

A poda das árvores mostrou-se bem conduzida, aquela que evita o contato das árvores com os elementos urbanos, com pedestres e veículos, em 14% dos casos, enquanto que a grande maioria se enquadra na situação regular com 49% do total. Um percentual de 36% de árvores mostrou-se com ausência de poda, notadamente àquelas com maiores alturas. A poda é uma prática de manutenção importante, que garante a vitalidade da árvore e mantém um aspecto visual agradável. Geralmente, esse percentual se justifica por essas podas serem realizadas pelos próprios moradores do bairro. De acordo com Zaproni (2016), as podas das árvores urbanas devem ser realizadas por pessoas habilitadas, a fim de manter a estética e saúde das árvores de ruas.

O fuste do tipo ramificado, foi encontrado em 65% dos indivíduos ramificados, seguido do tipo tortuoso, com 13% do total. Os fustes cilíndricos tiveram um percentual de 12%. Os fustes das árvores urbanas devem ter lenho resistente, a fim de evitar acidentes nas vias públicas. A utilização de espécies com presença de espinhos no fuste também deve ser evitada (Pivetta e Silva-Filho, 2002). Lima-Neto e Biondi (2011), afirmam que a tortuosidade do fuste pode ser consequência da falta de manejo e problemas na condução da planta em estágio inicial. A tortuosidade é um problema para o ambiente urbano, podendo afetar o acesso aos pedestres, como aos veículos.



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

O sistema radicular subterrâneo tem predominância de 81% das espécies. Resultados similares foram obtidos por Souza *et al.* (2015), onde observou em seu estudo que grande parte dos indivíduos (90,72%), não apresentavam suas raízes aparentes no solo. O sistema radicular superficial ocorreu em 13% das árvores. Periotto *et al.* (2016), analisando as árvores urbanas no município de Medianeira - PR, obtiveram um percentual semelhante (18,52%) de raízes causando danos às calçadas. Geralmente, esses problemas são causados pela escolha inadequada das espécies, o porte avantajado destas ou pela biologia de crescimento. Esses mesmos autores ainda justificam que o plantio inadequado de espécies que apresentam o sistema radicular impróprio, pode gerar conflitos com transeuntes, altos custos com manutenção e reformas de calçadas, danos ao equilíbrio das árvores, e quando estas sofrem a retiradas de raízes, ficam susceptíveis ao ataque de fungos e bactérias causadores de doenças.

A disposição das árvores em relação à rede elétrica revela que 21% possuem essa rede acima de suas copas, enquanto 12% entre as copas. A ausência da rede elétrica correspondeu em 67% notadamente naquelas onde possui canteiro central. Periotto *et al.* (2016) afirmam ser comum, no ambiente urbano, deparar-se com árvores conflitando com a rede elétrica. Nesse sentido, o autor sugere que tais conflitos podem ser mitigados por meio da efetuação de podas, da escolha adequada da espécie, e alocação das mudas no momento do plantio. Sob rede elétrica é possível a introdução de espécies de grande porte, desde que não seja plantada paralela à rede que a copa receba tratamentos culturais adequados quando jovem. Oliveira *et al.* (2016), avaliando a arborização viária conflituosa com a rede elétrica em Belo Horizonte, Minas Gerais, observou que 19,5% dos indivíduos tocavam os cabos da rede de distribuição de energia elétrica. Diante desse percentual, o autor ressaltou sobre o potencial desses indivíduos para crescimento e conflito com a rede elétrica convencional.

As condições das calçadas mostraram-se sem danos em 83% dos casos, enquanto 15% estavam com leves danos, e um pequeno percentual de 2% com danos severos. Geralmente, esses danos nas calçadas, são causados pelas raízes das árvores. É essencial, antes de implantar árvores no meio urbano, avaliar se esta tem o porte e características ideais para espaço disponível.

Neste trabalho, as áreas livres de pavimentação maiores ou iguais a 1 m² foram classificadas como adequadas, apresentando 45% do total, enquanto 32% eram pequenas, menor que 1 m² e 23% ausentes, com a área de crescimento totalmente pavimentada.

As árvores presentes no bairro da Francesa interferiram em 13% no trânsito de pedestres. Tal interferência ocorreu por conta do afloramento das raízes nas calçadas. Os indivíduos de pequeno porte também contribuíram com esse percentual, uma vez que a altura da primeira bifurcação se encontrava abaixo de 1,80 m, como indica o Manual Técnico de Arborização



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

Urbana de São Paulo, impossibilitando, dessa forma, a passagem dos caminhantes. Entretanto, 82% não apresentaram nenhuma influência na transição dos pedestres.

4 CONCLUSÃO

A análise dos resultados evidencia a predominância da espécie *Licania tomentosa*. Diante disso, recomenda-se introduzir novas espécies para reduzir sua frequência, contribuindo para a diversificação e aprimoramento estético e ecológico da cidade.

A arborização do bairro é antiga, bem conservada, e os indivíduos apresentam copas saudáveis. A maioria das árvores possui boas condições estruturais e raízes profundas, com poucos problemas significativos relacionados a pragas e doenças. Além disso, não foram observados danos relevantes ao calçamento ou a outras estruturas urbanas, tampouco conflitos com a rede elétrica ou interferências no trânsito de pedestres.

Portanto, as podas foram realizadas nos indivíduos que apresentavam conflitos com a rede elétrica. No entanto, para garantir sua eficácia, é essencial avaliar previamente o estado de saúde das árvores, permitindo determinar com maior precisão a necessidade, o momento adequado e as partes a serem removidas.

REFERÊNCIAS

BARBEDO, A. S. C.; BIANCHI, C. G.; KELLER, L. R.; ORTEGA, M. G.; ORTEGA, S. E. H. **Manual Técnico de Arborização Urbana de São Paulo**. São Paulo, 2005.

BOBROWSKI, R., FERREIRA, R. L. C., BIONDI, D. Descrição Fitosociológica da Arborização de ruas por meio de diferentes formas de expressão da dominância e da densidade. **Revista Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1167-1178, 2015.

CARVALHO, R. dos A. C.; BARTOLI, E. **A Expansão Urbana de Parintins: Produção do Espaço, Agentes e Processos Socio-espaciais**. Monografia, Centro de Estudos Superiores de Parintins – UEA. Parintins, 2013.

CEMIG. COMPANHIA ELÉTRICA DE MINAS GERAIS. **Manual de Arborização**. Fundação Bioversitas. Belo Horizonte, Minas Gerais, 112 p. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2020/10/manual-arborizacao-cemig-biodiversitas.pdf>. Acesso em: 02/02/2018.

COSTA C. F.; FONSECA, R. S.; ALMEIDA, D. B. de; OLIVEIRA, M. S. de; OLIVEIRA, D. dos S.; BRAGA, J. H. P. Espécies utilizadas na arborização em praças do município de Caxias, Maranhão. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.12, n.1, p. 65-78, 2017.

FELIPPE, D. Levantamento quali-quantitativo da arborização urbana na rua Monsenhor Vitor Batistela do município de Frederico Westphalen - RS. **Frederico Westphalen**, RS, 2012.



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

FERRO, C. C. da S.; OLIVEIRA, R. S.; ANDRADE, F. W. C.; SOUZA, S. M. A. da. Inventário quali-quantitativo da arborização viária de um trecho da Rodovia PA – 275 no município de Parauapebas – PA. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.10, n.3, p. 73-84, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html?view=municipio>. Acesso em: 03/04/2018.

LIMA NETO, E. M. de; BIONDI, D.; LEAL, L.; SILVA, F. L. R. da; PINHEIRO, F. A. P. **Aplicação do Sistema de Informações Geográficas para o inventário da arborização de ruas de Curitiba, PR**. Monografia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba - PR, 2011.

MARANHO, Á. S.; PAULA, S. R. P. de; LIMA, É.; PAIVA, A. V. de; ALVES, A. P.; NASCIMENTO, D. O. do. Levantamento censitário da arborização urbana viária de Senador Guimard, Acre. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 7, n. 3, p. 44 – 56, 2012.

MEIRA, G. R. N.; TEXEIRA, G. G. M.; VENTURIN, P. R. F.; GOTTSTEIN, P.; CAXAMBU, M. G. Avaliação quali-quantitativa de espécies arbóreas no perímetro urbano da cidade de Corumbataí do Sul – PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.10, n.4, p. 36-49, 2015.

MICHALKA J. C.; MALAGUTI, R. Intervenções no meio ambiente natural para construção das cidades. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v.3, n.16, p. 122-137, 2015.

OLIVEIRA, A. F. de; PEREIRA, G. de A.; SANTOS, E. dos, OLIVEIRA, K. D. S.; POMPERMAYER, R. de S.; COELHO S. J.; PEREIRA, J. A. A. Arborização viária conflituosa com a rede elétrica na região oeste de Belo Horizonte – MG. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.11, n.2, p. 27-44, 2016.

PAIVA, H. N. de; GONÇALVES, W. **Revista Florestas Urbanas**. Viçosa - MG: Aprenda Fácil, 177 p. 2002.

PERIOTTO, F.; PITUCO, M. M.; HELMANN, A. C.; SANTOS, T. O. dos; BORTOLOTTI, S. L. Análise da arborização urbana no município de Medianeira, Paraná. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.11, n.2, p. 59-74, 2016.

PIVETTA, K. F. L.; SILVA FILHO, D. F. Boletim Acadêmico: **Série Arborização Urbana**. UNESP/FCAV, ESALQ/USP. v.1, p. 2. Jaboticabal, São Paulo, 2002.

ROCHA R. T. da; LELES, P. S. dos S.; NETO, S. N. de O. de. Avaliação de vias públicas em Nova Iguaçu, RJ: o caso dos Bairros Rancho Novo e Centro. **Revista Árvore**, v. 28, n. 4, p. 599-607, 2004.

SOUZA, A. A. de. **Diagnóstico qualitativo da arborização urbana nos Bairros Pedreiras e Colônia, Itacoatiara, Amazonas**. Monografia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Itacoatiara – AM, 28 p. 2015.

ZAMPRONI, K.; BIONDI, D.; BOBROWSKI, R. Avaliação quali quantitativa da espécie *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch. na arborização viária de Bonito – MS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.11, n.2, p. 45-58, 2016.



CAPÍTULO 3

DINÂMICA FLORESTAL DE BORDA E INTERIOR EM FLORESTAS ESTACIONAIS SEMIDECIDUAIS

EDGE AND INTERIOR FOREST DYNAMICS IN SEASONAL SEMIDECIDUOUS FORESTS

Lucas Robson de Oliveira   

Mestre em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Goiás,(UEG), Ipameri-GO, Brasil

João Paulo Costa   

Doutor em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, Brasil

Emanuelly Diniz Strutzel de Castro Lázaro   

Estudante e Bolsista CNPQ de Ensino Médio, Universidade Estadual de Goiás-GO, Brasil

Erikson Leonardo Santos de Miranda   

Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Estadual de Goiás, Ipameri-GO, Brasil

Ednaldo Cândido Rocha   

Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Estadual de Goiás, Ipameri-GO, Brasil

Vagner Santiago do Vale   

Doutor em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, Professor da Universidade Estadual de Goiás, Departamento de Engenharia Florestal, Ipameri-GO, Brasil

DOI: 10.52832/wed.148.904 

Resumo: A sucessiva supressão de áreas nativas por ecossistemas distintos, como campos agrícolas e pastagens, leva à formação de fragmentos vegetais isolados, o que provoca a formação de uma borda. Objetivou-se verificar se fragmentos florestais em diferentes condições na paisagem apresentam efeito de borda distintos entre si. Assim avaliou-se três fragmentos florestais no sudeste do estado de Goiás em distintas situações de proteção. O fragmento 1 (F1) encontra-se protegida por outros fragmentos florestais em meio a matriz agrícola, o fragmento 2 (F2) encontra-se isolado em meio a matriz agrícola e o fragmento 3 (F3), além de estar isolado na paisagem foi afetado por um incêndio florestal ocorrido em 2020. Em todos remanescentes foram amostradas 12 parcelas de 10 x 10 m foram inventariados por meio de parcelas sistemáticas na Borda (0-40m) e outras 12 (40-80) no interior da floresta nos anos de 2017 e 2023. Foram quantificados todos os indivíduos arbóreos com circunferência igual ou superior a 15 cm mensurados na altura de 1,30 m a partir do solo ($C_{1,30} \geq 15\text{cm}$) contabilizando-se os sobreviventes, os mortos e os novos indivíduos. Foram realizadas taxas de dinâmica para cada floresta setor florestal e para cada espécie. Os 3 fragmentos apresentaram resultados similares em relação á mortalidade da borda (próximo a $6\% \text{ ano}^{-1}$) porém distintos no interior florestal com $4,8\% \text{ ano}^{-1}$ em F1, $6,8\% \text{ ano}^{-1}$ em F2 e $8\% \text{ ano}^{-1}$. A taxa recrutamento foram maiores em F1 em relação a F2 e F3. Apenas a F1 apresentou ganho líquido, enquanto F2 e F3 apresentaram ganhos líquidos negativos.

Palavras-chave: Fragmentos florestais. Conservação. Efeito de bordadura. Monitoramento. Efeito de Borda.

Abstract: The successive suppression of native areas by agricultural fields and pastures, leads to the formation of isolated fragments, which causes the formation of an edge. The objective was to verify whether forest fragments in different conditions in the landscape present different edge effects. Thus, three forest fragments in the southeast of the state of Goiás were evaluated in different protection situations. Fragment 1 (F1) is protected by other forest fragments in the middle of the agricultural matrix, fragment 2 (F2) is isolated in the middle of the agricultural matrix and fragment 3 (F3), in addition to being isolated in the landscape, was affected by a forest fire that occurred in 2020. In all remaining areas, 12 plots of 10 x 10 m were sampled and inventoried through systematic plots in Borda (0-40m) and others 12 (40-80) inside the forest in the years 2017 and 2023. All arboreal individuals with a circumference equal to or greater than 15 cm measured at a height of 1.30 m from the ground ($C_{1.30} \geq 15\text{cm}$) were quantified, accounting for the survivors, the dead and the new individuals. Dynamic rates were carried out for each forest sector and for each species. The 3 fragments presented similar results in relation to edge mortality (close to $6\% \text{ year}^{-1}$) but different in the forest interior with $4.8\% \text{ year}^{-1}$ in F1, $6.8\% \text{ year}^{-1}$ in F2 and $8\% \text{ year}^{-1}$. The recruitment rates were higher in F1 compared to F2 and F3. Only F1 showed a net gain, while F2 and F3 showed negative net gains.

Keywords: Forests fragments. Conservation. Edge effect. Monitoring. Border effect.

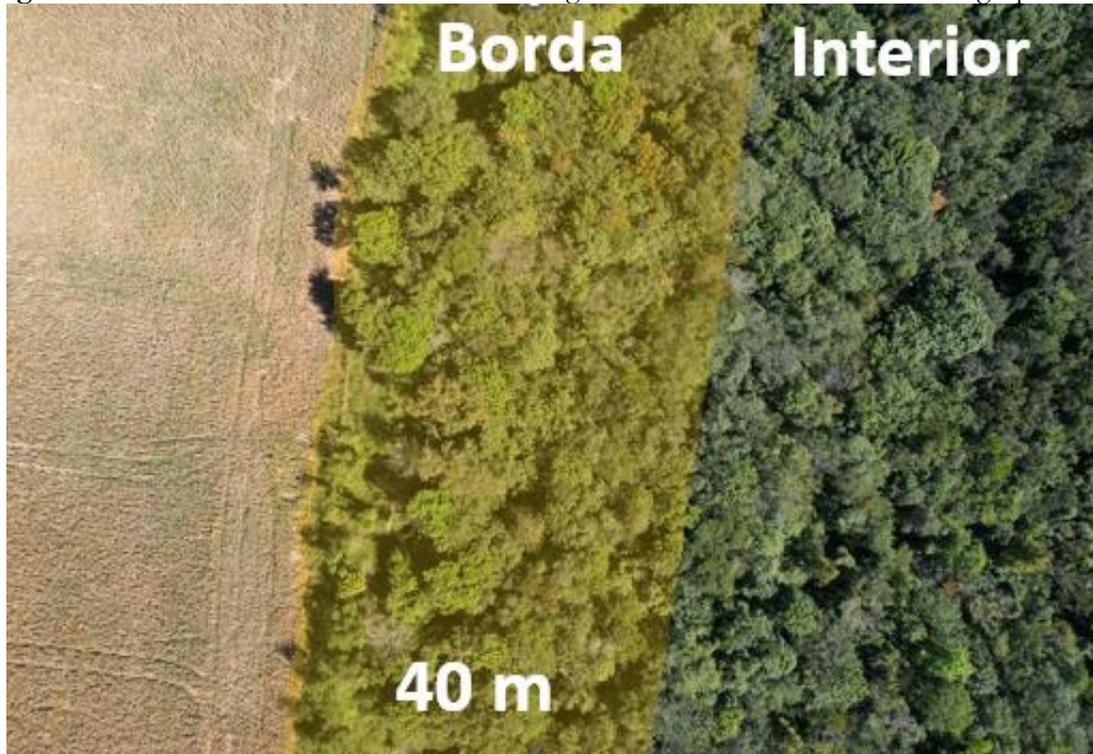
1 INTRODUÇÃO

A sucessiva supressão de áreas nativas por ecossistemas distintos, como campos agrícolas e pastagens, leva à formação de fragmentos vegetais isolados, o que acarreta a formação de uma borda florestal (D'Abadia *et al.*, 2020). Definida como a região de contato entre a área ocupada e o fragmento de vegetação nativo (Figura 1), essa borda propicia alterações nos aspectos físicos, químicos e biológicos do sistema (Pereira *et al.*, 2021).

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

As bordas existem em quaisquer florestas, nas vegetações nativas elas ocorrem devido às características geomorfológicas, todavia, quando são resultados da fragmentação de áreas nativas, é formada uma nova borda em um local que antes era protegido, assim, ocorre o isolamento de habitats e a redução de áreas florestais devidamente preservadas (Costa *et al.*, 2019). O efeito de borda tende a adentrar a até 40 m para o interior de Florestas Estacionais Semidecíduais do sudeste de Goiás (Silva *et al.*, 2021; Mariano *et al.*, 2024).

Figura 1 - Bordas não naturais são comuns em fragmentos florestais onde a matriz é agropecuária.



Fonte: Próprios autores. Imagem capturada por Drone Mavic 3M do Laboratório de Inventário Florestal e Ecologia da UEG-Ipameri.

A formação de bordas artificiais (criadas a partir da ação humana) apresentam consequências atuante na vegetação remanescente, como o aumento da luminosidade e da temperatura nesta borda e redução da umidade relativa (Silva *et al.*, 2021), que pode causara proliferação de espécies pioneiras, redução da altura das espécies vegetais, elevada mortalidade de árvores de grande porte (Benchimol; Peres, 2015) assim pode reduzir a riqueza de espécies (Silva *et al.*, 2021). Todas estas consequências acarretam alterações nas funções antes desempenhadas por árvores de espécies protegidas, porém, desempenhado agora por indivíduos mais expostos a intempéries (Ferreira *et al.*, 2017). Como há maior incidência de luz e vento, eleva-se a frequência de queimadas, e, conseqüentemente, maiores taxas de mortalidade de árvores (Silva *et al.*, 2021; Costa *et al.*, 2019).

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

No Cerrado, pesquisas demonstram que o efeito de borda influencia a dinâmica do ecossistema florestal, afeta a decomposição de material lenhoso por fungos, além de elevar a taxa de predação de mamíferos e pássaros (Dodonov; Paneczko; Telles, 2017) e reduzir o carbono da biomassa microbiana (D'Abadia, 2020) e serrapilheira (Silva *et al.*, 2023). Conforme Palharini *et al.* (2020) os resultados do efeito de borda interferem diretamente na resiliência das florestas, por diminuir gradativamente a regeneração da vegetação e aumentar a taxa de mortalidade das mudas, além de reduzir a atividade biológica e a germinação de novos indivíduos. Desse modo, é fundamental estudar a formação de regiões de borda para a conservação, preservação de recursos florestais e para o funcionamento da diversidade de todo o ecossistema.

Dentre as questões relevantes, monitorar as florestas e comparar a região de borda para o interior é importante (Guanier *et al.*, 2020). Ainda que a importância de proteger áreas naturais fragmentadas (comumente pela ação antrópica) seja abordada em diversos trabalhos, estudos de monitoramentos das bordas e de como as comunidades florestais respondem às intempéries da matriz ambiental e impactos antrópicos são escassos. Assim, objetivou-se verificar se a dinâmica na borda da floresta e no seu interior são distintas. Estudos recentes demonstraram que as Florestas Estacionais Semidecíduais do sudeste de Goiás possuem borda de até 40 metros, logo, espera-se taxas de dinâmica maiores nestes setores em relação ao interior florestal. Além disso, será avaliado se existe diferença entre três florestas com características diferente, uma está em uma matriz protegida com vários fragmentos ao redor, outra está isolada na paisagem e outra, além de estar isolada passou por um incêndio entre as mensurações.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local da realização dos estudos de campo

A pesquisa foi conduzida mediante a utilização de recursos materiais, veículos e infraestrutura disponibilizados pela Universidade Estadual de Goiás, Campus Sul, Unidade Universitária de Ipameri. Destaca-se que a Área 1 do estudo corresponde à reserva legal da fazenda experimental da referida universidade.

O estudo abrangeu três distintas Florestas Estacionais Semidecíduais (Figura 2) localizadas no contexto do domínio do Cerrado. Esses remanescentes florestais encontram-se integrados a zonas de atividade agrícola no município de Ipameri, Goiás, e foram identificados com as seguintes coordenadas geográficas: Floresta 1: Latitude 17°45'45.79"S, Longitude 48°2'40.43"O, Floresta 2: Latitude 17°39'53.83"S, Longitude 48°4'18.95"O, Floresta 3: Latitude 17°43'11.87"S, Longitude 48°8'11.11"O.



Figura 2 - Localização dos três fragmentos florestais localizados a sudeste do estado de Goiás.



Fonte: Autores, 2024.

A pluviosidade da região alterna entre 1300 e 1600 mm, nas aferições dos últimos 30 anos, distribuída irregularmente, com verão quente e chuvoso de outubro a março e inverno seco de abril a setembro. A temperatura média de aproximadamente 23°C, conforme o gráfico 2 Clima Tempo, 2024). Segundo a classificação de Köppen e Geiger (Cardoso *et al.*, 2014; Alvares *et al.*, 2014), essas características climáticas se enquadram no tipo tropical quente e úmido (Aw). O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho-amarelo com textura argilosa, segundo o Sistema de Classificação de Solos.

2.2 Amostragem da comunidade arbórea no campo

Foram amostrados em cada uma das áreas 12 parcelas de 10 x 10m localizadas na borda florestal (de 0 a 40 m de distância a partir da borda) e 12 localizadas no interior da floresta (de 40 a 80 m de distância a partir da borda). Considerou-se a borda até 40 metros, conforme indicação de Silva e colaboradores (2021) e Mariano e colaboradores (2024) nos quais os estudos florísticos, fitossociológicos e por sensoriamento remoto indicaram que o efeito de borda das florestas da região costuma adentrar a até 40m para o interior das florestas. A primeira amostragem ocorreu em 2017 e a segunda em 2023. Árvores que atingiram o critério de inclusão na segunda amostragem foram considerados recrutas e árvores mortas em pé ou caídas foram consideradas

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

como mortas. Para todos os fragmentos foram aferidas a riqueza, o número de indivíduos por hectare, a área basal por hectare, a diversidade de Shannon e a Equitabilidade de Pielou.

Foram amostrados indivíduos arbóreos com circunferência mensurada a 1,30 m de altura iguais ou superiores a 15 cm de circunferência ($C_{1,30} \geq 15$ cm) (Figura 3). A categorização taxonômica das árvores mensuradas foi realizada segundo o sistema proposto pelo Angiosperm Phylogeny Group IV (Chase *et al.*, 2016). A identificação específica ocorreu tanto no campo quanto por meio da coleta de material botânico, seguida pela confecção de exsicatas, permitindo a posterior identificação por especialistas externos, conforme detalhado na Figura A, que ilustra a metodologia adotada.

Figura 3 - Medições, coleta e anotações realizadas nos inventários florestais.



Fonte: Autores, 2024.

2.3 Taxas de dinâmica

Baseado nos inventários realizados em 2017 (Tempo 0 – T₀) e 2023 (Tempo 1 – T₁) foram calculados, para a borda e para o interior de cada floresta as taxas de mortalidade (M)^(equação1), recrutamento (R)^(equação2), perda em área basal (P)^(equação3), ganho em área basal (G)^(equação4), mudança líquida em número de indivíduos (Ch_N)^(equação5), mudança líquida em área basal (Ch_{AB})^(equação6) e mudança líquida geral (Ch_g)^(equação1). As taxas de dinâmica (M , R , P e G) seguiram os modelos propostos por Sheil *et al.* 1995 e Sheil *et al.* 2000, as taxas de mudança líquida (Ch_N e Ch_{AB}) seguiram os modelos propostos por Korning e Balslev (1994) e a mudança líquida geral Ch_{geral} seguiu cálculo proposto por Vale *et al.* (2018). As Equações estão a seguir:

Equação 1;

$$M = \left\{ 1 - \left[\frac{N_0 - N_m}{N_0} \right]^{(1/t)} \right\} \times 100$$

Equação 2;

$$R = \left\{ 1 - 1 - \left[\frac{N_r}{N_t} \right]^{(1/t)} \right\} \times 100$$

Equação 3;

$$P = \left\{ 1 - \left[\frac{AB_0 - AB_m - AB_d}{AB_0} \right]^{(1/t)} \right\} \times 100$$

Equação 4;

$$R = \left\{ 1 - \left[1 - \left[\frac{AB_r + AB_g}{AB_t} \right]^{(1/t)} \right] \right\} \times 100$$

Equação 5;

$$Ch_N = \left\{ \left[\frac{N_t}{N_0} \right]^{(1/t)} - 1 \right\} \times 100$$

Equação 6;

$$Ch_{AB} = \left\{ \left[\frac{AB_t}{AB_0} \right]^{(1/t)} - 1 \right\} \times 100$$

Equação 7;

$$Ch_{geral} = \frac{Ch_N + Ch_{AB}}{2}$$

Onde N_0 = número de indivíduos amostrados T0, N_m = número de mortos aferidos no T1, t = número de anos passados, N_r = número de recrutas amostrados em T1, N_t = número de indivíduos vivos amostrados em T1, AB_0 = área basal aferida em T0, AB_m = área basal dos indivíduos mortos entre as duas medições, AB_d = área basal de perfilhos mortos, AB_0 = área basal aferida em T0, AB_t = área basal aferida em T1.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em F1 poucas foram as diferenças estruturais entre os anos avaliados (Tabela 1). Tanto na borda quanto no interior florestal os valores de riqueza, indivíduos vivos, área basal, Diversidade de Shannon e Equitabilidade foram semelhantes entre T0 e T1. Em F2 houve uma redução na riqueza da borda entre as amostragens de 39 para 31 espécies e nos indivíduos.ha⁻¹ vivos de 1341 para 933 (Tabela 1). O interior florestal seguiu o mesmo padrão, porém com redução menos drástica da riqueza pois reduziu de 41 para 38 e nos indivíduos.ha⁻¹ que foi de 1275 para 1000 (Tabela 1). Em F3 houve redução na riqueza da borda de 39 para 30 espécies e nos indivíduos de 1575 para 1100 (Tabela 1). O mesmo ocorreu no interior florestal com redução de 37 para 29 espécies e para os indivíduos.ha⁻¹ de 1341 para 908 (Tabela 1).

A diversidade e equitabilidade foram reduzidas em ambos os setores (borda e interior) e para todas as florestas, porém com reduções maiores na borda em F2 (de 3,16 para 2,88) e na borda em F3 (de 3,15 para 2,97).

Tabela 1 - Dados estruturais para três fragmentos florestais inventariados em 2017 e 2023. F1 = Fragmento 1 (mais protegido na paisagem), F2 = Fragmento 2 (isolado na paisagem), F3= Fragmento 3 (isolado e com evento de queimada entre as amostragens). B = borda florestal (0-40m) e I = interior florestal (40-80m).

	F1		F2		F3	
	B	I	B	I	B	I
T0						
Riqueza	49	46	39	41	39	37
Indivíduos (ha ⁻¹)	1558,33	1858,33	1341,67	1275,00	1575,00	1341,67
Área Basal (ha ⁻¹)	22,15	22,22	28,57	37,00	17,25	20,53
Diversidade de Shannon	3,65	3,44	3,16	3,36	3,15	3,11
Equitabilidade	0,94	0,90	0,86	0,91	0,86	0,86
T1						
Riqueza	51	42	31	38	30	29
Indivíduos (ha ⁻¹)	1566,67	1783,33	933,33	1000,00	1100,00	908,33
Área Basal (ha ⁻¹)	24,11	23,68	30,43	36,88	19,31	21,34
Diversidade de Shannon	3,60	3,26	2,88	3,32	2,97	3,06
Equitabilidade	0,92	0,87	0,84	0,91	0,87	0,91

Fonte: Autores, 2024.

As taxas de dinâmica florestal demonstraram que o fator mais impactante para a redução do número de indivíduos em F2 e F3 foram as altas taxas de mortalidade (superiores a 6% ano⁻¹) e baixo recrutamento (inferiores a 3% ano⁻¹). Para Meyer *et al.* (2015), taxas acima de 3% podem ser consideradas elevadas e acima de 6% deve indicar impactos negativos ocorrentes florestas ao

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

longo dos anos de monitoramento (Vale *et al.*, 2023). Pelo fato de áreas com elevada atividade antrópica propiciarem maiores avanços do efeito de borda (Zuñe *et al.*, 2022) é de se esperar que os fragmentos 2 e 3, que estão mais isolados na paisagem, tenham modificações estruturais mais drásticas para os próximos anos. Dentro de uma floresta fragmentada, surgem bordas que alteram negativamente a dinâmica e a estrutura interna, promovendo a proliferação de espécies pioneiras, redução da altura das espécies vegetais e aumento da incidência de luz e vento. Esses fatores, por sua vez, facilitam a ocorrência de incêndios e elevam a taxa de mortalidade das espécies (Ferreira *et al.*, 2017), como notado na primeira área de estudo.

Em F1, apesar das taxas de mortalidade na borda serem elevadas, houve elevadas taxas de recrutamento e as taxas de mortalidade, o que compensou a elevada mortalidade. a estabilidade na densidade média de árvores sugere uma condição ambiental mais preservada na área, com menor interferência humana (Poleti *et al.*, 2023).

Em relação a perda (próximo a 4 % ano⁻¹) e ganho (próximo a 5 % ano⁻¹) em área basal, em F1 as taxas foram muito similares entre borda e interior (Tabela 2). Para F2 e F3 a perda em área basal foram próximos entre borda e interior (menos de 0,3 % ano⁻¹) mas o ganho foi maior na borda para ambos (Tabela 2). Desta forma, o ganho líquido em indivíduos foi negativo para F2 e F3, tanto para borda quanto para o interior florestal e, apesar dos ganhos em área basal serem maiores do que as perdas, no geral o ganho líquido foi negativo para estas duas florestas, tanto para a borda quanto para o interior florestal. Apenas F1 obteve ganhos líquidos gerais ligeiramente positivos e inferiores a 1% ano⁻¹ (Tabela 2).

Tabela 2 - Taxas de dinâmica para três fragmentos florestais inventariados em 2017 e 2023. F1 = Fragmento 1 (mais protegido na paisagem), F2 = Fragmento 2 (isolado na paisagem), F3= Fragmento 3 (isolado e com evento de queimada entre as amostragens). B = borda florestal (0-40m) e I = interior florestal (40-80m).

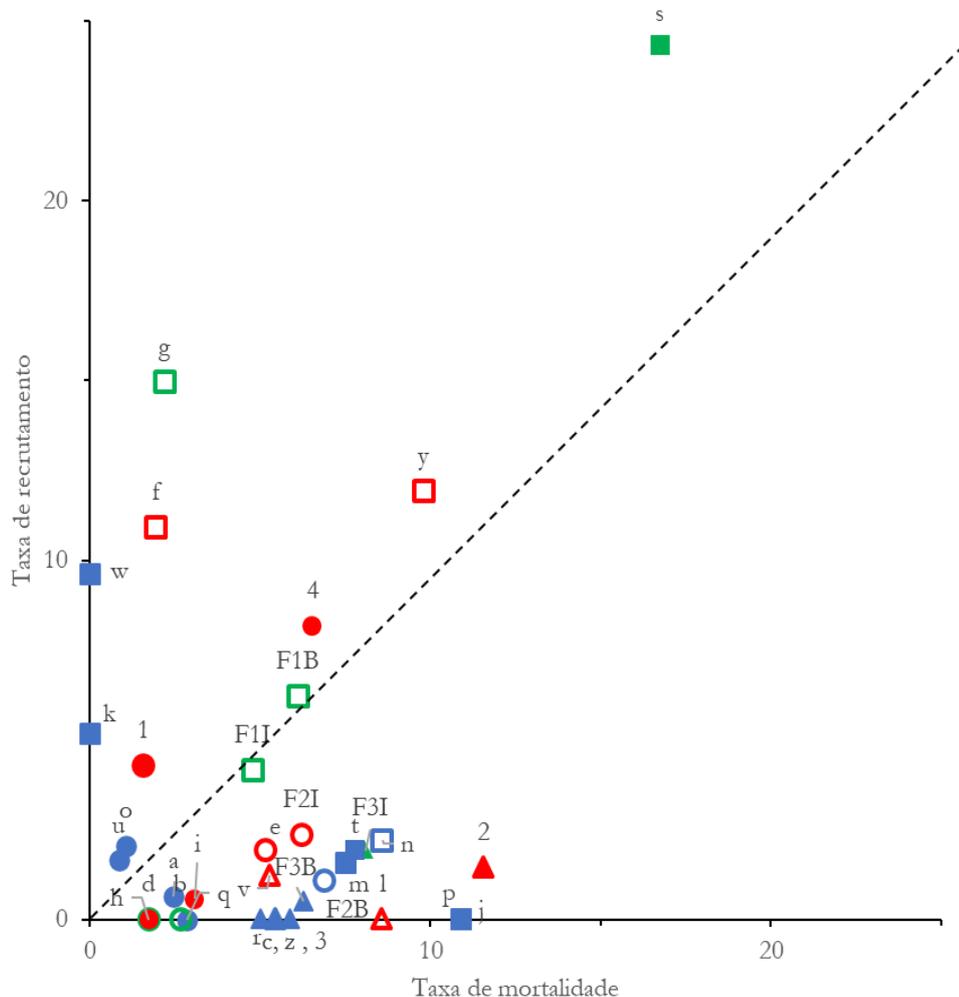
	F1		F2		F3	
	B	I	B	I	B	I
Taxa de Mortalidade (% ano ⁻¹)	6,12	4,80	6,88	6,23	6,29	8,10
Taxa de Recrutamento (% ano ⁻¹)	6,21	4,14	1,07	2,36	0,51	1,93
Taxa de Perda (% ano ⁻¹)	4,00	4,21	2,85	2,64	3,94	4,21
Taxa de Ganho (% ano ⁻¹)	5,34	5,21	3,87	2,59	5,73	4,83
Ganho Líquido N (% ano ⁻¹)	0,09	-0,68	-5,87	-3,97	-5,81	-6,29
Ganho Líquido AB (% ano ⁻¹)	1,42	1,06	1,06	-0,05	1,89	0,65
Ganho Líquido Geral (% ano ⁻¹)	0,76	0,19	-2,41	-2,01	-1,96	-2,82

Fonte: Autores, 2025.

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

A Figura 4 apresenta as taxas de mortalidade e recrutamento das espécies com mínimo de 10 indivíduos ou no T0 ou no T1. De modo geral, das espécies com taxas de recrutamento superiores a 5% ano⁻¹ que possuíram taxas de recrutamento superiores às taxas de mortalidade estavam na F1 borda (Figura 4). As únicas exceções foram uma espécie no interior de F1 e outra no interior de F2. Todas as outras 13 espécies de F2 e F3 (independente se estavam na borda ou interior) possuíram taxas de mortalidade superiores às taxas de recrutamento (Figura 4). Nenhuma das espécies mais densas de F3 (área impactada por um incêndio) apresentou taxa de recrutamento superior à taxa de mortalidade.

Figura 4 - Taxas de recrutamento e mortalidade para três florestas localizadas no sudesde do estado de Goiás. F = floresta 1, B = borda, I = interior. Espécies: 1 = *Astronium urundeuva* (floresta 1), 2 = *Astronium urundeuva* (área 2), Ad = *Aspidosperma discolor*, Cb = *Calophyllum brasiliense*, Cm = *Coccoloba mollis*, Cs = *Cordia sessilis*, Fs = *Ficus* sp., La = *Leptobalanus apetalus*, Lm = *Litbraea molleoides*, Ms = *Myrcia splendens*, Mg = *Myrsine gardneriana*, Pg = *Pera glabrata*, Ph = *Protium heptaphyllum*, Qg = *Qualea grandiflora*, Qp = *Qualea parviflora*, Sg = *Siparuna guianensis*, Tv = *Tachigali vulgaris*, Tgu = *Tapirira guianensis*, Tgl = *Terminalia glabrescens*, Vs = *Virola sebifera*, Vu = *Virola urbaniana*, Xa = *Xylopia aromatica*, Xe = *Xylopia emarginata*.



Fonte: Autores, 2024.

4 CONCLUSÃO

A diminuição significativa na densidade média de árvores na borda pode ser atribuída à presença de atividades agrícolas no entorno, enquanto o interior da floresta demonstrou uma certa resiliência a essas atividades, mantendo uma densidade arbórea relativamente estável.

Constatou-se que a dinâmica da borda florestal é variável conforme o estado de proteção e ações antrópicas ocorridas em fragmentos florestais. Em F1, considerada a mais preservada, a estrutura florestal foi mantida, conforme indicado pelas taxas de dinâmica dos setores florestais e das espécies mais densas na área. Em F2 destacaram-se alterações significativas na borda da floresta, enquanto o interior permaneceu relativamente estável, enfatizando a importância de avaliar não apenas a dinâmica interna da vegetação, mas também as mudanças na interface com seu entorno. E em F3 observou-se uma mudança notável na composição vegetal que passou por evento de queimada entre os períodos do monitoramento.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; TAVARES, A. S. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p. 711-728, 2014. DOI: [10.1127/0941-2948/2013/0507](https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507).
- BENCHIMOL, M.; PERES, C.A. Data from: Edge-mediated compositional and functional decay of tree assemblages in Amazonian Forest islands after 26 years of isolation. **Journal of Ecology**, v. 103, p.408-420, 2015.
- CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J.R. Classificação climática de Köppen-Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. **Acta Geográfica**, v.8, n.16, p.40-55, 2014. DOI: [10.5654/actageo2014.0004.0016](https://doi.org/10.5654/actageo2014.0004.0016)
- CHASE, M. W. *et al.* An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Oxford, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.
- COSTA, A.; GALVÃO, A.; SILVA, L.G. da. Mata Atlântica brasileira: análise do efeito de borda em fragmentos florestais remanescentes de um hotspot para conservação da biodiversidade. **Geomae**, v.10, n.1, p.112-123, 2019.
- D'ABADIA, K. L. *et al.* Hydro-microbiological attributes of the soil in edge of seasonal semideciduous forest fragment. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 7, n. 1, p. 18-24, 2020. ISSN 2358-6303.
- DODONOV, P.; PANECZKO, I. T.; TELLES, M. Edge, height and visibility effects on nest predation by birds and mammals in the Brazilian cerrado. **Acta Oecologica**, v. 83, n. 1, p. 56-64, 2017.
- FERREIRA, R. Q. S. *et al.* Diversidade Florística do Estrato Arbustivo - Arbóreo de três áreas de cerrado sensu stricto, Tocantins. **Revista Desafios**, v. 4, n. 2, p. 69-82, 2017.
- Wissen Editora, 2025 | ISBN: 978-65-85923-50-7 | DOI: <http://www.doi.org/10.52832/wed.148>



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

GUANIER, L. *et al.* Multi-spatiotemporal simulation of edge effect on forest patches in the barra seca river basin, ES. **Floresta**, v. 50, n. 4, p. 1864-1872, 2020.

KORNING, J.; BALSLEV, H. Growth rates and mortality patterns of tropical lowland tree species and the relation to forest structure in Amazonian Ecuador *Journal of Tropical Ecology*, v. 10, n. 2, p. 151-166, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1017/S026646740000780X>

MARIANO *et al.* Edge effect in cerrado seasonal semideciduous forests. **Ciência Florestal**, v. 34, n. 2, e67155, p. 1-21, 2024. DOI: 10.5902/1980509867155

MEYER, P. B. *et al.* Dinâmica estrutural em um fragmento de floresta estacional semidecíduifólia em Lavras, MG, Brasil. **Cerne**, v. 21, n. 2, p. 259-265, 2015.

PALHARINI, K. M. Z. *et al.* Edge Effects Reflect the Impact of the Agricultural Matrix on the Corticolous Lichens Found in Fragments of Cerrado Savana in Central Brazil. **Sustainability**, v. 12, n. 17, p. 1-19, 2020.

PEREIRA, A, F. C. *et al.* Edge Effects on Successional Dynamics of Forest Fragments in the Brazilian Cerrado. **Floresta e Ambiente**, v.28, n. 2, p. 3-8, 2021. ISSN 2179-8087

POLETI, P. L. *et al.* Composição florística de fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual em Boituva, SP, Brasil. **Ciência Florestal**, v.33, n. 1, e64127, p.1-21, 2023.

SHEIL, D.; BURSLEM, D.; ALDER, D. The interpretation and misinterpretation of mortality-rate measures. **Journal of Ecology**, v.83, p.331-333, 1995.

SHEIL, D.; JENNINGS, S.; SAVILL, P. Long-term permanent plot observations of vegetation dynamics in Budongo, a Ugandan rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 16, p.765-800, 2000.

SILVA, F. C. *et al.* Deposição mensal da serapilheira em área de Cerrado, em Gurupi, TO. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 43, p. 1-8, 2023.

SILVA, V. P. G. *et al.* Estrutura da comunidade arbórea e efeito de borda em Florestas Estacionais Semidecíduais. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 3 p. 1216-1239. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509836234>

VALE, *et al.* Changes in soil moisture and riparian forest structure after a dam construction. **Iheringia, Série Botânica**, v.73, n.3, p.250-260, 2018. DOI: 10.21826/244-8231201873304

VALE, *et al.* Response groups of plants from deciduous and semi-deciduous forests based on dynamic rates: evaluating impacts imposed by dams. **Advances in Forest Science**, v. 10, n. 3, p. 2063-2075, 2023. DOI: 10.34062/afs.v10i3.14648

ZUÑE, F. *et al.* Efeito de borda sobre atributos funcionais das árvores num remanescente de restinga, Rio de Janeiro. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 42, p. 1-8, 2022.



CAPÍTULO 4

MORFOMETRIA DE *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE PODA NA ARBORIZAÇÃO URBANA DE ITACOATIARA, AMAZONAS

MORPHOMETRY OF *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch UNDER DIFFERENT PRUNING CONDITIONS IN URBAN TREES IN ITACOATIARA, AMAZONAS

Rayannie Batista Rodrigues   

Engenheira Florestal, Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Itacoatiara- AM, Brasil

Lucas da Costa Fonseca   

Mestre em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista-BA, Brasil

Sanderléia de Oliveira dos Santos   

Mestre em Ciências Florestais (UFES), Docente da Universidade do Estado do Amazonas, (UEA), Itacoatiara- AM, Brasil

Ana Júlia Santos Brito   

Engenheira Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista-BA, Brasil

José Fellip Catique Marinho   

Engenheiro Florestal, Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Itacoatiara- AM, Brasil

Beatriz Almeida de Andrade   

Engenheira Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista-BA, Brasil

Arthur Fonseca Lima   

Engenheiro de Software, Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Itacoatiara-AM, Brasil

DOI: 10.52832/wed.148.905 

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

Resumo: Apesar da ampla presença da espécie *Licania tomentosa* na arborização de diversos bairros de Itacoatiara, ainda são escassos os estudos que abordam seus aspectos morfométricos sob diferentes condições de poda. Essa lacuna motivou a realização do presente estudo. A coleta de dados consistiu na escolha de 30 indivíduos com DAP maior que 30 cm, onde 10 eram árvores que não apresentavam sinais de poda, 10 podados sob fiação elétrica e 10 árvores podadas livres de fiação. As variáveis biométricas mensuradas foram: altura total, comprimento de copa, diâmetro, a altura do peito e altura comercial do fuste. De posse destas variáveis, foi calculada a área de projeção da copa e os índices morfométricos. Os índices morfométricos calculados foram: proporção de copa, grau de esbeltez, índice de saliência, índice de abrangência. Os parâmetros qualitativos avaliados foram: qualidade da copa, qualidade do tronco, presença ou ausência e tipo de poda, condição da calçada e área livre de pavimentação. Foi verificada diferença significativa no comprimento de copas, com altura média de 4 metros em árvores não podadas e 2,3 metros em árvores podadas sob fiação. Não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos com relação à área de projeção da copa, indicando que as podas influenciam principalmente no sentido vertical. A comparação do diâmetro à altura do peito mostrou que as árvores podadas sob fiação elétrica tinham DAP inferior em relação aos indivíduos dos outros tratamentos. Os maiores valores para o grau de esbeltez foram encontrados em indivíduos que não sofreram poda.

Palavras-chave: Amazônia. Dendrometria. Inventário. Oiti. Silvicultura Urbana.

Abstract: Despite the widespread presence of the *Licania tomentosa* species in the afforestation of several neighborhoods in Itacoatiara, studies addressing its morphometric aspects under different pruning conditions are still scarce. This gap motivated the present study. Data collection consisted of choosing 30 individuals with DBH greater than 30 cm, where 10 were trees that did not show signs of pruning, 10 pruned under electrical wiring and 10 pruned trees free of wiring. The biometric variables measured were: total height, crown length, diameter, at breast height and commercial height of the stem. Using these variables, the crown projection area and morphometric indices were calculated. The morphometric indices calculated were: crown proportion, degree of slenderness, protrusion index and coverage index. The qualitative parameters evaluated were: crown quality, trunk quality, presence or absence and type of pruning, sidewalk condition and area free of paving. A significant difference was observed in the crown length, with an average height of 4 meters in unpruned trees and 2.3 meters in trees pruned under electrical wiring. No significant difference was observed between treatments in relation to the crown projection area, indicating that pruning mainly influences the vertical direction. The comparison of the diameter at breast height showed that trees pruned under electrical wiring had a lower DBH in relation to individuals in the other treatments. The highest values for the degree of slenderness were found in individuals that were not pruned.

Keywords: Oiti. Urban Forestry. Inventory. Dendrometry. Amazon.

1 INTRODUÇÃO

A arborização urbana vem merecendo uma atenção crescente, devido aos benefícios e os problemas apresentados em função da presença da árvore inserida na cidade, e com isso pesquisas aprofundadas têm sido cada vez mais valorizadas, através da execução de



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

monitoramento periódico que permita avaliação de aspectos qualiquantitativos a partir das características das árvores (Dantas; Souza, 2004).

A arborização urbana, geralmente, não é inclusa no planejamento dos municípios, sendo, na maioria das vezes, composta por espécies inadequadas (com porte maior que o espaço viário, com substâncias alergênicas, com espinhos, com raízes superficiais, dentre outros) (Pivetta; Silva-Filho, 2002). Muitas técnicas vêm sendo difundidas procurando proporcionar implantação, monitoramento e manutenção da arborização (Lima Neto, 2011).

De acordo com Pivetta e Silva Filho (2002) a vegetação, pelos vários benefícios que pode propiciar ao meio urbano, tem um papel muito importante no restabelecimento da relação entre o homem e o meio natural, garantindo melhorias na qualidade de vida. Com o crescimento populacional acelerado e a industrialização, houve um fluxo intenso de pessoas do campo para as cidades, que por falta de um planejamento adequado cresceram desordenadamente, afetando a qualidade de vida de seus habitantes e distanciando os mesmos de uma relação harmoniosa com o ambiente natural (Verçoze, 2012).

A conciliação entre a arborização urbana e as redes de distribuição de energia elétrica representa um dos principais desafios enfrentados pelos gestores públicos, sendo que os serviços de poda figuram entre os mais onerosos e indispensáveis para a manutenção das árvores (Oliveira *et al.*, 2015). Diante disso, torna-se fundamental compreender os efeitos dessas práticas de manejo, assegurando que sejam realizadas de forma adequada e sem causar danos às árvores (Frigotto *et al.*, 2014). Para evitar possíveis transtornos decorrentes da incompatibilidade entre as espécies arbóreas e o local de plantio, é essencial a escolha criteriosa das espécies, a fim de reduzir a necessidade excessiva de podas e promover a saúde vegetal (Martins *et al.*, 2010).

Roman, Bressan e Durlo (2009) afirmam que o conhecimento da morfometria, das relações morfométricas e da dinâmica da forma das árvores são fatores importantes para intervenções silviculturais e utilização de espécies nativas em reflorestamentos.

Um levantamento feito no município de Itacoatiara-AM constatou que *L. tomentosa* é a espécie mais abundante em todas as zonas da cidade. No bairro Pedreiras, foi encontrado um percentual 82,5% desta espécie. No bairro Colônia a predominância de *L. tomentosa* foi de 76,9% (Silva, 2015). No bairro Santa Luzia o percentual foi de (53,9%) (Gonçalves, 2017). Este conjunto de informações comprova a importância do oiti na arborização urbana, no entanto, ainda são poucos os estudos que buscam descrever o comportamento da espécie na arborização de vias urbanas separadamente de outras espécies. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o possível efeito da aplicação de poda sobre o oitizeiro (*Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch) na arborização urbana do município de Itacoatiara – AM.

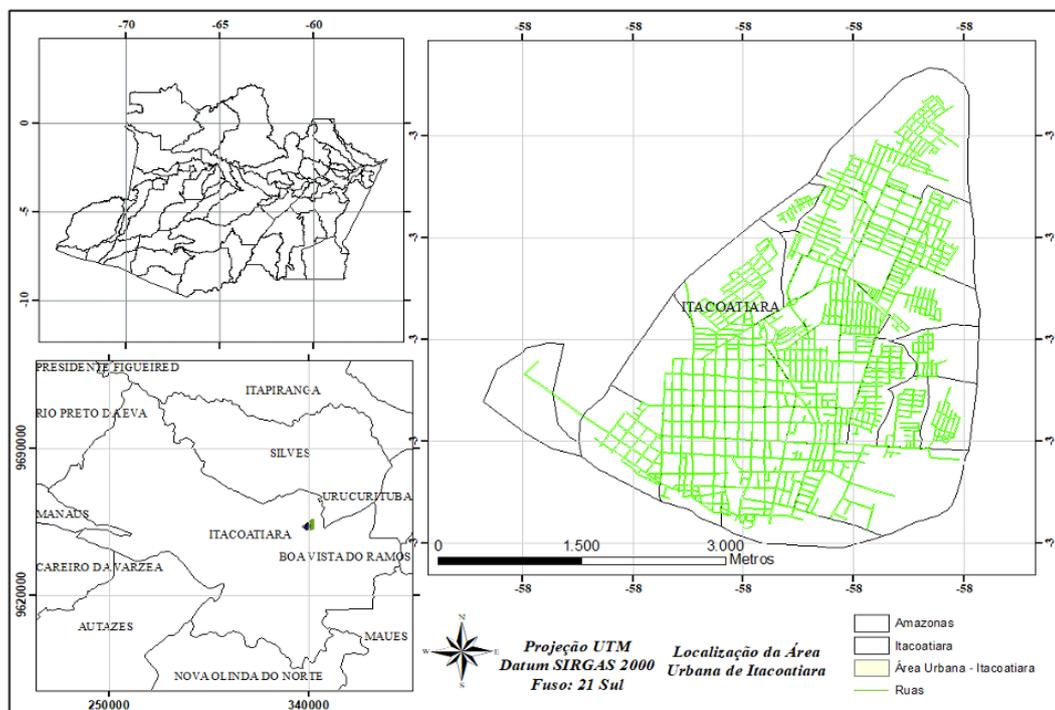


2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Características e Localização da área de estudo

O município de Itacoatiara pertence administrativamente à Região Metropolitana de Manaus, distante cerca de 270 km, via rodovia AM-010, da capital do Estado do Amazonas, localizado à margem esquerda do Rio Amazonas, na região leste do Estado. Possui uma população de aproximadamente 97.122 habitantes, com uma área territorial de 8.892,04 km² (Figura 1) segundo o Instituto Brasileiro Geográfica e Estatística (IBGE) (IBGE 2010). Segundo Köppen, o clima equatorial é predominante em toda região (Awm), mas apresenta uma variedade do tipo (Am), ou seja, tem uma estação seca de pequena duração, devido ao alto índice de precipitação da região. As médias térmicas estão acima de 26°C (temperatura mínima de 23,5°C e máxima de 36°C, com uma média de 28,5°C). Os índices com relação à estrutura urbana, 81,6% dos domicílios do município são atendidos pela rede geral de abastecimento de água e 92,8% possuem coleta de lixo, no entanto, apenas 19,7% das residências possui esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2016).

Figura 1 - Bairro da Francesa, Parintins.



Fonte: Rodrigues, 2018.

2.3 Metodologia da pesquisa

A coleta de dados consistiu na escolha de indivíduos de *Licania tomentosa* com DAP maior que 30 cm, selecionados em bairros do município onde já foi realizado o levantamento da arborização, separados em três tratamentos, compostos por 10 árvores que não apresentavam sinais de poda, 10 árvores podadas sob fiação elétrica e 10 árvores podadas livres de fiação, totalizando 30 indivíduos, conforme descrito na (Tabela 1).

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos utilizados nos indivíduos de *Licania tomentosa* avaliados sob diferentes condições de poda na arborização urbana de Itacoatiara, Amazonas.

Tratamento s	Descrição	Nº de indivíduos
T0	Árvores que não foram podadas	10
T1	Árvores podadas sob fiação elétrica	10
T2	Árvores podadas livres de fiação elétrica	10
Total		30

Fonte: Rodrigues, 2018.

A metodologia de avaliação do efeito da poda incluiu variáveis quantitativas e qualitativas, adaptadas do trabalho de Bobrowski e Biondi (2017). Todos os dados foram anotados em fichas de campo previamente elaboradas e tabulados em planilhas eletrônicas.

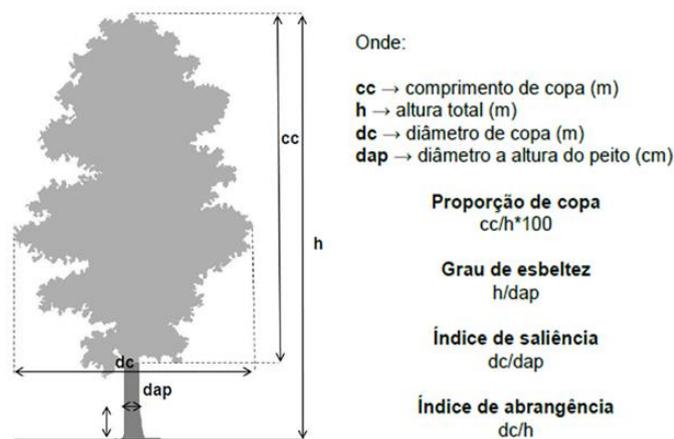
As variáveis dendrométricas mensuradas em campo foram: a) Altura total (h) (a altura das árvores foi obtida por meio do uso do hipsômetro que se baseia no princípio trigonométrico, conhecido como Nível de Abney. Para a utilização desse instrumento é necessário conhecer a distância entre o observador e a árvore para que as leituras sejam feitas corretamente. As leituras foram feitas na base e no topo da árvore); b) Circunferência à altura do peito - CAP (O diâmetro à altura do peito (DAP) foi calculado a partir da mensuração da circunferência à altura do peito (CAP), obtida com uma fita métrica graduada em centímetros, posteriormente foram transformados em DAP, através da equação $DAP = CAP/\pi$); c) Diâmetro de copa (dc). O diâmetro da copa (DC) foi estimado através da equação $DC = [(R1 + R2) + (R3 + R4)]/2$, onde R1, R2, R3 e R4 são quatro raios da copa da árvore, nos sentidos norte-sul e leste-oeste, medidos com a utilização de uma trena. De posse dos valores de DC, foi calculada a área de projeção da copa (APC), por meio da equação $APC = (\pi/4) * (DC)^2$. e d) Comprimento de copa (cc). O comprimento da copa foi obtido através da diferença da altura total pelo comprimento do fuste $CC = h - hf$.

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

A partir das variáveis dendrométricas obtidas, foram calculados os índices morfométricos: a) proporção de copa por meio da relação $PC = cc/h$; b) grau de esbeltez h/DAP ; c) índice de saliência dc/DAP ; e d) índice de abrangência dc/h .

Essas características expressam relações intradimensionais de fácil obtenção prática, de acordo com as descrições de Roman, Bressan e Durlo (2009) e Bobrowski, Lima Neto e Biondi (2013). Estas características dimensionais podem ser observadas na (Figura 2).

Figura 2 - Índices morfométricos utilizados para análise das espécies florestais urbanas.



Fonte: Adaptado de Roman, Bressan e Durlo (2009).

Os parâmetros qualitativos utilizados para complementar a avaliação dos indivíduos foram: qualidade da copa, qualidade do tronco, adequabilidade da área livre de pavimentação, presença e tipo de poda e condição de calçamento. A descrição das categorias dos parâmetros pode ser vista no (Quadro 1).

Quadro 1 - Descrição das categorias dos parâmetros qualitativos de indivíduos de *Licania tomentosa* avaliados sob diferentes condições de poda na arborização urbana de Itacoatiara, Amazonas.

Parâmetro	Categoria	Descrição
Qualidade da copa	Íntegra	Sem sinais de danos ou injúrias
	Danificada	Presença de danos como cortes, galhos quebrados ou outros
Qualidade do tronco	Íntegro	Sem sinais de danos ou injúrias
	Danificado	Presença de danos como cortes, ferimentos ou vandalismo
	Oco	Com cavidades internas visíveis
	Anelado	Presença de corte que circunda toda a circunferência do tronco,

		podendo causar a morte da árvore
Tipo de poda	Levantamento de copa	Corte dos ramos da parte inferior da copa para permitir crescimento e favorecer o trânsito de pedestres e veículos
	Rebaixamento de copa	Eliminação da parte superior da copa, ao nível da rede elétrica secundária
	Levantamento e rebaixamento de copa	Podas realizadas tanto na parte superior quanto na inferior da copa
	Alteração do formato da copa	Podas drásticas que reduzem o tamanho da copa ou tosa excessiva que altera a arquitetura natural da espécie
	Ausente	Sem poda realizada
Área livre de pavimentação	Adequada	Quando a área de crescimento era maior que 1m ²
	Pequena	Quando a área de crescimento era menor que 1m ²
	Ausente	Área de crescimento totalmente pavimentada
Condição da calçada	Danos leves	Calçamento levemente danificado
	Danos severos	Calçamento altamente danificado
	Danos ausentes	Calçamento sem danos

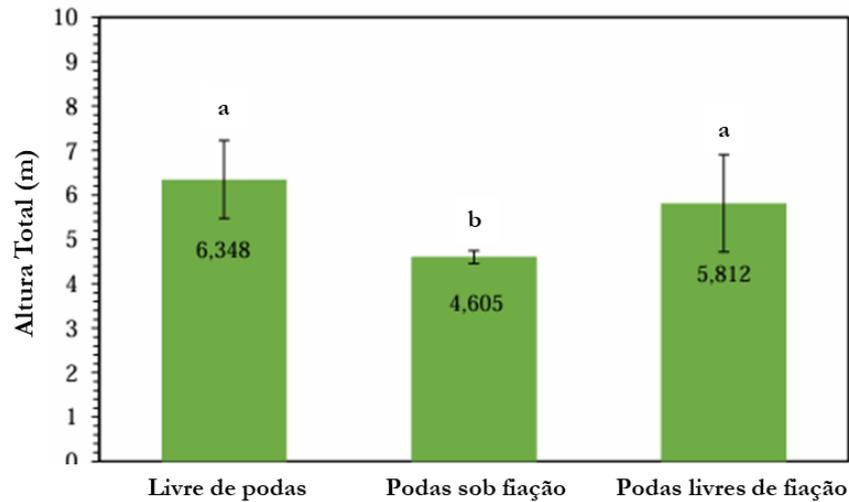
Fonte: Adaptado de Pivetta e Silva Filho (2002).

Os dados foram anotados em fichas de campo e foi posteriormente feita a análise estatística dos dados quantitativos, foi feita a partir da aplicação do teste de normalidade de Kolmogorov Smirnov e posterior análise de variância (ANOVA) e teste de médias de Tukey a 95% de confiança.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores valores de altura total foram verificados nos indivíduos que não sofreram poda (T0), seguido dos indivíduos podados livres de fiação (T2). Os indivíduos podados sob fiação elétrica (T1), diferiram estatisticamente dos tratamentos anteriores e esse valor pode ser explicado em função da característica dos indivíduos estarem localizados abaixo da rede elétrica e sofrerem podas constantes, conforme (Figura 3). Almeida (2009), em uma análise realizada em cinco municípios no Mato Grosso, confirma esse padrão de altura para *L. tomentosa* em áreas urbanas.

Figura 4 - Valores médios encontrados para altura total de indivíduos de *Licania tomentosa* avaliados sob diferentes condições de poda na arborização urbana de Itacoatiara, Amazonas.

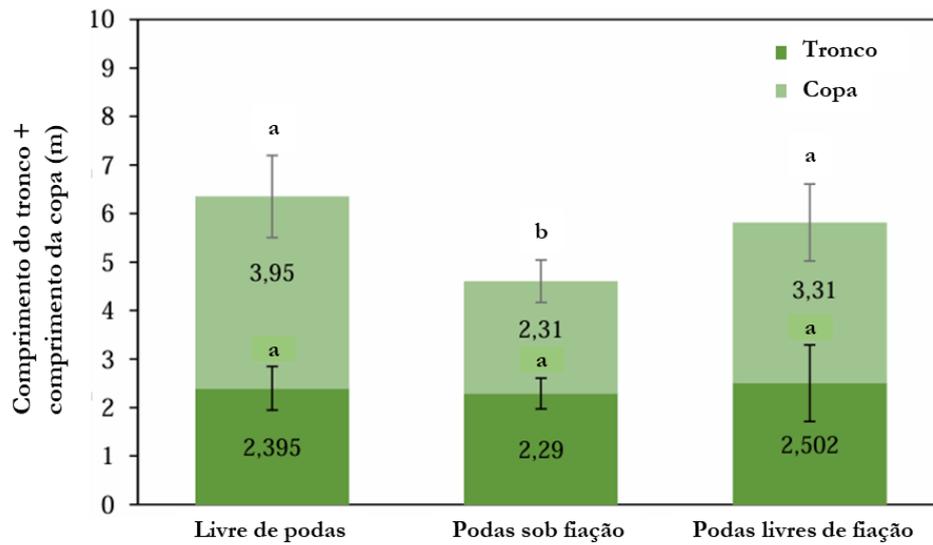


Fonte: Rodrigues, 2018.

A média de altura do tronco foi semelhante entre os indivíduos de todos os tratamentos, sendo de 2,4 m para árvores livres de poda, 2,3 m para árvores podadas sob fiação e 2,5 m para árvores podadas em áreas livres de fiação elétrica. Por outro lado, foi verificada diferença significativa no comprimento das copas, com altura média de 4,0 m em árvores não podadas e 2,3 m em árvores podadas sob fiação. Estes valores mostram que as podas praticadas na cidade provocam uma diminuição de cerca de 42% na altura das copas.

À primeira vista, esta diminuição expressiva no comprimento das copas pode parecer negativa. Entretanto, as podas promovem maior equilíbrio entre tronco e copa (Figura 5), uma característica desejável para árvores em ambiente urbano. Embora a avaliação da altura total seja um bom parâmetro de análise do efeito das podas, o estudo da altura total seja um bom parâmetro de análise do efeito das podas, o estudo da proporção entre a altura do tronco e a altura da copa explicam de forma ainda mais aprofundada o equilíbrio entre estas duas partes da árvore. Esta comparação é útil sobretudo em locais onde a arborização urbana é susceptível a ventos fortes e possíveis quedas ou quebras de galhos.

Figura 5 - Valores médios encontrados para Comprimento do tronco + comprimento da copa (m) de indivíduos de *Licania tomentosa* avaliados sob diferentes condições de poda na arborização urbana de Itacoatiara, Amazonas.



Fonte: Rodrigues, 2018.

Não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos com relação à área da copa, o que indica que as podas influenciam principalmente no sentido vertical, ou seja, no comprimento das copas, pela aplicação de cortes de levantamento e rebaixamento. Os valores médios encontrados para os tratamentos foram: 47,12 m², 40,50 m², 59,19 m², respectivamente para os tratamentos livres de podas, podados sob fiação e podados livre de fiação elétrica. Os valores obtidos nos tratamentos mostraram-se superior aos valores encontrados por Souza (2015), em um diagnóstico realizado no Município de Itacoatiara - AM, para a mesma espécie, encontrou uma área média de área da copa de 39,99 m².

A comparação do diâmetro à altura do peito (DAP) mostrou que árvores podadas sob fiação elétrica (T1) tinham DAP de 39,27 cm, inferior àquelas livres de poda (T0) 53,08 cm e inferior às podadas em área livre de fiação elétrica (T2). Considerando que as árvores foram selecionadas com base na mesma época e condições de plantio, pode-se inferir que as podas mais drásticas e frequentes nas árvores sob fiação tenham interferido no crescimento em diâmetro dos indivíduos. Uma explicação possível é a necessidade constante de investimento em crescimento de novos ramos e folhas nas copas, um sumidouro de energia que pode ter feito falta no acúmulo de biomassa lenhosa nos troncos.

A copa é o órgão responsável pela fotossíntese na árvore, assim, a medição de variáveis como o diâmetro e comprimento estão diretamente relacionados com o crescimento e a produção de uma árvore (Tonini; Arco-Verde, 2005). O cálculo da proporção de copa considera o comprimento da copa em relação à altura total do indivíduo. Em árvores urbanas, este índice

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

pode ser um indicativo da qualidade de oferta de benefícios em virtude da quantidade de massa verde foliar, tais como a absorção de CO² e a diminuição da poluição sonora (Bobrowski; Biondi, 2017). Para os indivíduos avaliados neste estudo, a aplicação de poda sob fiação (T1) reduziu a proporção de copa significativamente em comparação às árvores livres de poda (T0). Em termos absolutos, essa diminuição na proporção pode ser algo benéfico, do ponto de vista do risco de quedas de árvores urbanas, como discutido anteriormente, mas a diminuição dos benefícios proporcionados pela copa, pode ser um preço a ser pago na escolha de árvores com crescimento natural maior que a altura de cabos e fiação elétrica, devendo ser objeto de análise crítica pelo órgão responsável pela arborização urbana das cidades.

O grau de esbeltez é um índice utilizado para priorizar ações de avaliação da suscetibilidade de árvores à queda, este índice relaciona a altura total com o DAP. Segundo Costa *et al.* (2009), quanto maior o grau de esbeltez maior a instabilidade da árvore, ficando suscetível a quebra do fuste e copa em detrimento de ventos fortes. Os valores médios e análise estatística encontrados para os tratamentos, não diferiram estatisticamente. Entretanto, os maiores valores foram encontrados para os indivíduos que não sofreram poda (T0), complementando a avaliação da proporção de copa.

O índice de saliência é obtido pela divisão do diâmetro da copa pelo diâmetro do tronco. Esta variável pode auxiliar no planejamento do espaçamento mais adequado para cada espécie visando o máximo crescimento e oferta de benefícios. Embora não tenha sido verificada diferença estatística, os indivíduos podados sob fiação (T1) apresentaram a maior média deste índice (18,52), o que pode ser explicado por duas razões: i) as podas realizadas são majoritariamente de rebaixamento da copa, causando um efeito de achatamento e ii) as árvores do tratamento (T1) apresentaram os menores valores de DAP, como o índice é um cálculo de proporção entre o diâmetro da copa e o diâmetro do tronco, houve uma tendência matemática de maiores valores para o tratamento em questão. O índice de saliência é de grande utilidade como critério de adequabilidade de escolha da espécie ao local de plantio, podendo ser usado como indicador do espaço necessário para cada árvore ao ser atingido determinado diâmetro.

O índice de abrangência é obtido pela divisão do diâmetro da copa pela altura total. Para árvores com índice de abrangência maior que 1,5 a projeção da copa é muito maior que a altura total, o que pode causar problemas com queda de galhos avantajados em tamanho, devido ao peso originado, ou maior suscetibilidade da árvore à queda, devido a intervenções inadequadas que promovem o desequilíbrio na copa e comprometem a distribuição de carga (Bobrowski; Biondi, 2017). Os valores médios encontrados para o índice de abrangência, não diferiu estatisticamente.



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

No parâmetro qualidade da copa, nos tratamentos livre de podas (T0) e com podas livre de fiação (T2), 100% dos indivíduos apresentaram copa vigorosa, sem nenhum dano, já o com podas sob fiação (T1), apresentou 80% da copa vigorosa. Resultado semelhante foi descrito por Gonçalves (2017) em seu diagnóstico feito no bairro de Santa Luzia no mesmo município, encontrou um percentual de 90% de copa vigorosa.

Para o bom desenvolvimento da espécie, é importante que a área livre de pavimentação seja ampla. No entanto, Paiva e Gonçalves (2012) citam que em termos práticos, é inviável deixar um espaço muito grande sem pavimentação. Neste trabalho, os indivíduos do tratamento livre de podas (T0) apresentaram 80% de área livre de pavimentação ausente, no tratamento com podas sob fiação (T1), 100% dos indivíduos apresentaram pavimentação pequena e no tratamento com podas livre de fiação (T2), 70% adequada, 20% ausente e 10% pequena.

Quanto a qualidade do fuste, observou-se que 100% dos indivíduos do tratamento livre de podas (T0) apresentaram tronco íntegro, enquanto no tratamento com podas sob fiação elétrica (T1) apresentou 60% e tratamento com podas livre de fiação (T2), apresentou 80% de tronco íntegro. Os indivíduos classificados como tronco íntegro são indivíduos que apresentaram tronco livre de injúrias ou qualquer agressão realizada por ação antrópica.

Quanto à classificação das podas, no tratamento com árvores não podadas (T0), os indivíduos não sofreram nenhuma poda, devido à ausência da rede elétrica acima ou entre as árvores, crescendo no lado oposto da rua, em canteiros, onde não há rede elétrica. Pôde-se observar a existência de poda de rebaixamento, como já era esperado no tratamento de árvores podadas abaixo da fiação (T1), enquanto no tratamento com árvores podadas livres de fiação, sofreram poda de levantamento de copa e poda de alteração de formato.

A condição da calçada no tratamento livre de podas (T0) e com podas livres de fiação (T2), apresentaram alta porcentagem em relação à ausência de danos, no tratamento com podas sob fiação, houve variação entre danos ausentes, danos leves e danos severos. Antes de inserir as árvores no ambiente urbano, deve-se conhecer as características como o porte e o sistema radicular. Paula e Melo (2010) citam que as espécies de figueira, monguba e oiti, foram as que causaram maiores danos nas calçadas da cidade de Planalto – SP.

4 CONCLUSÃO

Há diferença significativa na morfometria das árvores que sofreram poda sob fiação, sob vários aspectos explicados pelos índices morfométricos. Tanto as variáveis dendrométricas quanto os índices morfométricos não devem ser analisadas isoladamente, mas sempre complementarmente uns aos outros. Não se recomenda o plantio de *L. tomentosa* sob fiação



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

elétrica, para a necessidade de podas frequentes, sendo seu plantio indicado para praças, parques e áreas livres de fiação.

REFERÊNCIAS

BOBROWSKI, R.; BIONDI, D. Morfometria de espécies florestais plantadas nas calçadas. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.12, n.1, p. 01-16, 2017.

BOBROWSKI, R.; LIMA NETO, E. M.; BIONDI, D. Alterações na arquitetura típica de Tipuana tipu (Benth.) O. Kuntze na arborização de ruas de Curitiba, Paraná. **Revista Ciência Florestal**, v.23, n.3, p.281-289, 2013.

COSTA, J. R. da. Aspectos silviculturais da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais na Amazônia Central. **Revista Acta Amazônica**, v. 39, n. 4, p. 843-850, 2009.

DANTAS, I. C.; SOUZA, C. M. C. Arborização urbana na cidade de Campina Grande - PB: Inventário e suas espécies. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 4, n. 2, 18 p, 2º Semestre, 2004.

FRIGOTTO, T. **Impacto da poda sobre a biomassa e estoque de carbono em árvores de sibipiruna** – (*Poinciana pluviosa* var: *peltophoroides* (Benth.) L. P. Queiróz). [S.l.], 2014.

GONÇALVES, A. de M. **Avaliação da arborização urbana do bairro Santa Luzia, Itacoatiara, Amazonas. Itacoatiara: UEA**. 2017. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Itacoatiara: Universidade do Estado do Amazonas, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html?view=municipio>. Acesso em: 03 de abril 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2016. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html?view=municipio>. Acesso em: 03 de abril 2018.

LIMA NETO, E. M. **Aplicação do sistema de informações geográficas para o inventário da arborização de ruas de Curitiba, PR**. 2011. 108f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

MARTINS, L. F. V.; ANDRADE, H. H. B.; DE ANGELIS, B. L. D. Relação entre podas e aspectos fitossanitários em árvores urbanas na cidade de Luiziana, Paraná. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**. Piracicaba – SP, v.5, n.4, p.141–155, 2010.

OLIVEIRA, A. F. Modalidades de poda avaliadas na arborização viária sob rede elétrica no estado de minas gerais. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.10, n.2, p. 1-13, 2015.

PIVETTA, K. F. L.; SILVA-FILHO, D. F. da. **Arborização Urbana**. In: Boletim Acadêmico: Série Arborização Urbana. UNESP/FCAV/FUNEP, Jaboticabal, São Paulo: 2002.



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

ROMAN, M.; BRESSAN, D. A.; DURLO, A. Variáveis morfométricas e relações interdimensionais para *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. Ex Steud. **Revista Ciência Florestal**, v. 19, n. 4, p. 473-480, out.-dez., 2009.

SOUZA, N. L. de. **Diagnóstico quantitativo e morfometria da arborização nos bairros da zona sul do município de Itacoatiara, Amazonas. Itacoatiara**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso Técnico (Técnico em Meio Ambiente). Itacoatiara: Instituto Federal do Amazonas, 2015.

SILVA, T. P., **Diagnóstico quantitativo e morfometria da arborização urbana nos bairros Pedreiras e Colônia, Itacoatiara, Amazonas**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso Técnico (Técnico em Meio Ambiente). Itacoatiara: Instituto Federal do Amazonas, 2015.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F. Morfologia da copa para avaliar o espaço vital de quatro espécies nativas da Amazônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 7, p. 633-638, 2005.

VERÇOZE, M. O. V. Aspectos da arborização interna e externa do Instituto Federal do Piauí, campus Teresina – Central. *In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*; 3, 2012. Goiânia. Anais. Goiânia: IBEAS, 2012. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2012/VI-044.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2017.

CAPÍTULO 5

SISTEMAS REPRODUTIVOS DE PLANTAS: ESTRATÉGIAS E APLICAÇÕES NO MANEJO E CONSERVAÇÃO

REPRODUCTIVE SYSTEMS OF PLANTS: STRATEGIES AND APPLICATIONS IN MANAGEMENT AND CONSERVATION

Ludmilla Morais Pereira   

Doutoranda em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages-SC, Brasil

Marcos Antônio Negreiros Dias   

Mestre em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal do Tocantins (UFT), Gurupi-TO, Brasil

Savanna Alice Botelho da Silva   

Mestra em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal do Tocantins (UFT), Gurupi-TO, Brasil

Gabriela dos Santos Alves   

Doutoranda em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages-SC, Brasil

Jacqueline Claudino da Silva   

Doutoranda em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages-SC, Brasil

Isabelle da Silva Wolff   

Mestranda em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages-SC, Brasil

Bianca Lamounier da Silva Lima   

Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages-SC, Brasil

Tatiana de Souza Lopes   

Mestra em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal do Tocantins (UFT), Gurupi-TO, Brasil

Luciana Magda de Oliveira   

Doutora em Fitotecnia-Sementes pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), Docente do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages-SC, Brasil

DOI: 10.52832/wed.148.906 

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

Resumo: Este capítulo revisa os sistemas reprodutivos das plantas, destacando sua importância para a adaptação genética, evolução e manejo sustentável de ecossistemas florestais. A reprodução vegetal ocorre de forma assexuada (estolões, rizomas) ou sexuada (autogamia e alogamia), com estratégias adaptativas como protoginia e autoincompatibilidade, que evitam a autofecundação e a cleistogamia que possibilita a autofecundação. O objetivo foi fornecer uma revisão abrangente desses sistemas, explorando suas aplicações no melhoramento genético e conservação da biodiversidade. A metodologia consistiu em uma revisão sistemática da literatura, seguindo as diretrizes PRISMA, com buscas em bases de dados como *Science Direct* e *Scopus*, utilizando palavras-chave relacionadas à pesquisa. Foram selecionados artigos publicados entre 2021 e 2025, priorizando estudos de alta relevância e qualidade. Os resultados mostram que a reprodução assexuada preserva características genéticas, mas limita a variabilidade, aumentando a susceptibilidade a doenças. Já a reprodução sexuada promove diversidade genética, essencial para a adaptação. Mecanismos como protoginia e autoincompatibilidade garantem a polinização cruzada, enquanto técnicas de melhoramento genético, como hibridação artificial, são fundamentais para desenvolver cultivares com características superiores, como resistência a doenças e maior produtividade. Conclui-se que o conhecimento dos sistemas reprodutivos é uma estratégia para o manejo sustentável e a conservação das espécies. A reprodução assexuada permite propagação rápida, enquanto a sexuada a variabilidade genética. Técnicas como hibridação e autofecundação são usadas para garantir a resiliência das espécies em diferentes condições, contribuindo para a sustentabilidade dos ecossistemas.

Palavras-chave: Melhoramento genético. Autogamia. Alogamia. Autoincompatibilidade. Mecanismos de polinização.

Abstract: This chapter reviews plant reproductive systems, highlighting their importance for genetic adaptation, evolution, and the sustainable management of forest ecosystems. Plant reproduction occurs either asexually (via stolons, rhizomes) or sexually (through autogamy and allogamy), with adaptive strategies such as protogyny and self-incompatibility, which prevent self-fertilization, and cleistogamy, which enables it. The aim was to provide a comprehensive review of these systems, exploring their applications in genetic improvement and biodiversity conservation. The methodology consisted of a systematic literature review following PRISMA guidelines, with searches conducted in databases such as Science Direct and Scopus using keywords related to the topic. Articles published between 2021 and 2025 were selected, prioritizing studies of high relevance and quality. The results show that asexual reproduction preserves genetic traits but limits variability, increasing susceptibility to diseases. In contrast, sexual reproduction promotes genetic diversity, which is essential for adaptation. Mechanisms such as protogyny and self-incompatibility ensure cross-pollination, while genetic improvement techniques such as artificial hybridization are key to developing cultivars with superior traits, such as disease resistance and higher productivity. It is concluded that understanding reproductive systems is a strategic tool for sustainable management and species conservation. Asexual reproduction allows for rapid propagation, whereas sexual reproduction ensures genetic variability. Techniques such as hybridization and self-fertilization are used to enhance species resilience under different conditions, contributing to ecosystem sustainability.

Keywords: Genetic improvement. Autogamy. Allogamy. Self-incompatibility. Pollination mechanisms.



1 INTRODUÇÃO

Os ecossistemas florestais são caracterizados por uma complexa rede de interações biológicas que moldam a resiliência ambiental (Mitchell *et al.*, 2023). As plantas são parte principal desse processo e a compreensão dos seus mecanismos reprodutivos é peça chave para a perpetuação das espécies e também para o manejo e aprimoramento dessas populações.

A reprodução vegetal pode ocorrer de forma assexuada ou sexuada, cada uma com suas particularidades e implicações para a variabilidade genética e adaptação das espécies. A reprodução assexuada, ou vegetativa, é eficaz na preservação de características genéticas específicas, enquanto a reprodução sexuada, que inclui a autogamia e alogamia, proporciona diversidade genética, motor para a evolução e adaptação das plantas a ambientes em mudança (Liao *et al.*, 2025).

A reprodução assexuada, por meio de métodos como estolões, rizomas, tubérculos e bulbos, é amplamente utilizada na agricultura e horticultura para garantir a uniformidade genética (Yasemin; Beruto, 2024). Entretanto, a ausência de variabilidade genética pode tornar as populações mais suscetíveis a doenças e mudanças ambientais (Salgotra; Chauhan, 2023). Em ambientes naturais, a regeneração vegetativa é uma estratégia comum após distúrbios, como incêndios florestais, possibilitando o rápido povoamento de áreas degradadas (Falk *et al.*, 2022).

Por outro lado, a reprodução sexuada, que envolve a fusão de gametas, garante a variabilidade genética e evolução das espécies. A autogamia (autofecundação) favorece a estabilidade genética, enquanto a alogamia (cruzamento entre indivíduos diferentes) aumenta a diversidade genética, muito útil para a adaptação das espécies (Zhong *et al.*, 2024). Mecanismos como a protoginia, cleistogamia, protandria e autoincompatibilidade são estratégias adaptativas que criam a dinâmica reprodutiva das plantas, facilitando a polinização cruzada e evitando a autofecundação (Gao *et al.*, 2021; Mota *et al.*, 2023; Chequin *et al.*, 2024).

Este trabalho tem por objetivo fornecer uma revisão de literatura abrangente dos mecanismos reprodutivos das plantas, suas estratégias adaptativas e suas aplicações práticas no melhoramento genético e conservação. Ao explorar esses temas, espera-se contribuir para o entendimento científico e prático que sustenta o manejo sustentável e a conservação da biodiversidade florestal, reunindo informações consolidadas para a tomada de decisões na esfera do manejo e melhoramento florestal.



2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Abordagem metodológica

Este estudo foi conduzido por meio de uma revisão sistemática da literatura, seguindo um protocolo estruturado para garantir a abrangência, a qualidade e a transparência do processo. A revisão teve como objetivo compilar e analisar informações científicas atualizadas sobre os sistemas reprodutivos de plantas, com foco em mecanismos de reprodução assexuada e sexuada, processos de polinização e estratégias de melhoramento genético. A metodologia foi organizada em três etapas principais: estratégia de busca, critérios de seleção e análise dos dados, seguindo as diretrizes PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) para revisões sistemáticas (O'dea *et al.*, 2021).

2.2 Estratégia de busca

A busca por literatura foi realizada em bases de dados científicas de amplo reconhecimento, como *Science Direct*, *Google Scholar*, *Scopus*, *Web of Science* e *SciELO*. Para garantir a abrangência da revisão, foram utilizadas combinações de palavras-chave relacionadas ao tema, tais como "sistemas reprodutivos de plantas", "reprodução assexuada e sexuada", "autogamia e alogamia", "mecanismos de polinização", "melhoramento genético florestal" e "conservação de espécies vegetais". A busca foi limitada a artigos e livros publicados nos últimos quatro anos (2021–2025).

2.3 Critérios de seleção

Prezando pela relevância e a qualidade das fontes, foram estabelecidos critérios rigorosos de inclusão e exclusão. Primeiramente, os estudos deveriam abordar diretamente os sistemas reprodutivos de plantas, incluindo mecanismos de reprodução assexuada e sexuada, polinização e aplicações no manejo e conservação. Em segundo lugar, priorizaram-se artigos revisados por pares, publicados em periódicos com fator de impacto e indexados nas áreas de ecologia florestal, botânica, melhoramento e manejo florestal. Estudos que não atendiam a esses critérios foram excluídos da revisão.

2.4 Análise dos dados

A análise foi organizada em três eixos principais, cada uma abordando aspectos específicos dos sistemas reprodutivos das plantas. No primeiro eixo, formas de reprodução, foram explorados os mecanismos de reprodução assexuada (vegetativa) e sexuada (autogamia e alogamia), com exemplos de espécies e suas implicações para a variabilidade genética. No segundo eixo, mecanismos de controle da polinização, foram analisados fenômenos como



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

protoginia, cleistogamia, protandria, monoícia, dioícia e autoincompatibilidade, por sua importância na diversidade genética das plantas.

No terceiro eixo, aplicações práticas, foram discutidas técnicas como hibridação artificial e autofecundação artificial, com foco em uso no melhoramento genético e na conservação de espécies florestais. A coleta de dados foi realizada por meio da extração de informações das fontes selecionadas, que foram organizadas em planilhas para facilitar a análise. As informações foram categorizadas de acordo com os eixos temáticos definidos, para proporcionar uma análise qualitativa. A síntese dos dados foi realizada para destacar os principais mecanismos reprodutivos e suas aplicações práticas, com ênfase na contribuição desses conhecimentos para o manejo sustentável e a conservação da biodiversidade florestal.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Formas de reprodução

De acordo com Islam *et al.* (2023), a reprodução das plantas pode ocorrer de duas formas principais: assexuada (vegetativa) e sexuada. A reprodução assexuada é caracterizada pela propagação de novos indivíduos a partir de partes vegetativas da planta, como estolões, rizomas, tubérculos e bulbos. Esse método é eficaz na preservação de características genéticas específicas, garantindo a uniformidade das populações (Yasemin; Beruto, 2024). Como exemplificado por Guo *et al.* (2021), os estolões do morangueiro geram novas plantas geneticamente idênticas à planta-mãe, enquanto os rizomas de gramíneas e bambus formam extensas colônias vegetativas (Zheng; Lv, 2023).

A clonagem vegetativa é amplamente utilizada na agricultura e horticultura para a produção em larga escala de variedades desejáveis, como batatas e cebolas (Nybom; Lācis, 2021). No entanto, a ausência de variabilidade genética pode tornar as populações mais suscetíveis a doenças e mudanças no ambiente (Salgotra; Chauhan, 2023). Em ambientes naturais, a reprodução assexuada é uma estratégia comum após distúrbios, como incêndios florestais, permitindo a rápida colonização de áreas danificadas e contribuindo para a restauração ecológica (Carbone *et al.*, 2025).

A reprodução sexuada envolve a fusão de gametas e é fundamental para a variabilidade genética e evolução das espécies (Sharma *et al.*, 2021). Ela pode ser dividida em autogamia (autofecundação) e alogamia (cruzamento entre indivíduos diferentes). Na autogamia, a planta realiza a polinização utilizando seus próprios gametas, o que resulta em sementes com baixa variabilidade genética, geralmente semelhantes geneticamente à planta-mãe, embora não idênticas. Um exemplo de mecanismo que favorece a autogamia é a cleistogamia, em



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

que a polinização ocorre com a flor ainda fechada, sem exposição aos agentes polinizadores. Esse tipo de reprodução garante fertilização mesmo em condições adversas, como escassez de polinizadores, embora limite a variabilidade genética, o que pode ser uma desvantagem em ambientes em constante mudança (Šarhanová; Majeský; Sochor, 2024).

Já a alogamia depende de agentes polinizadores, como insetos, pássaros ou o vento, e é favorecida por mecanismos como a protandria, monoicia (flores masculinas e femininas na mesma planta) e dioicia (plantas com flores de sexos separados) (Barreda-Castillo *et al.*, 2024). A autoincompatibilidade, que impede a autofecundação, é outro mecanismo importante, podendo ser gametofítica (incompatibilidade no nível do gametófito) ou esporofítica (incompatibilidade no nível do esporófito) (Ahmad *et al.*, 2022).

3.2 Importância de conhecer o sistema reprodutivo das plantas

Conforme Salgotra e Chauhan (2023), o conhecimento dos sistemas reprodutivos das plantas é fundamental para o manejo e melhoramento genético de espécies florestais, pois permite a seleção de características desejáveis e a preservação da diversidade genética. O modo de reprodução das plantas orienta estratégias no melhoramento genético, como a seleção de características como resistência a doenças e pragas, adaptação a condições edafoclimáticas e otimização de caracteres (Gelaye *et al.*, 2024). Técnicas como a produção de sementes de plantas isoladas, a hibridação artificial e a autofecundação artificial são amplamente utilizadas para garantir a perpetuação de características desejáveis. Essas práticas incentivam a sustentabilidade e produtividade em ambientes agrícolas e florestais (Ramalho *et al.*, 2022).

Em plantas autógamas, a capacidade de utilizar sementes próprias simplifica o controle e a seleção de características desejáveis, proporcionando homogeneidade genética na população. Essa estratégia é vantajosa em ambientes agrícolas, onde a uniformidade genética é desejada para garantir a consistência nas safras (Zhong *et al.*, 2024). Apesar disso, a limitação da variabilidade genética pode ser uma desvantagem em ambientes em mudanças edafoclimáticas (Salgotra; Chauhan, 2023).

Já as plantas alógamas oferecem a oportunidade de explorar a heterose, ou vigor híbrido, que ocorre quando a prole resultante do cruzamento entre indivíduos geneticamente distintos exibe características superiores às dos pais (Rehman *et al.*, 2021). A hibridação controlada é uma prática comum no melhoramento genético, com a criação de cultivares com maior produtividade, resistência a pragas e doenças e adaptabilidade a condições diferentes condições ambientais (Xiao *et al.*, 2021). A exploração da heterose é particularmente importante em espécies florestais, onde a qualidade da madeira e o crescimento rápido são metas de seleção (Bishelli *et al.*, 2022).



3.3 Mecanismos de autofecundação e fecundação cruzada

Os mecanismos de controle da polinização são estratégias adaptativas que influenciam a dinâmica reprodutiva das plantas, contribuindo para a diversidade genética e evitando a autofecundação. A protoginia, por exemplo, ocorre quando o estigma fica receptivo antes da liberação do pólen, por meio da polinização cruzada e evitando a autofecundação (Tel-Zur *et al.*, 2023). Esse mecanismo é comum em plantas que dependem de agentes polinizadores externos, como insetos e pássaros (Wan; Sun; Gao, 2024).

Já a cleistogamia é um sistema em que a polinização ocorre antes da abertura da flor, garantindo a fertilização mesmo em condições adversas. Embora promova a autofecundação, algumas plantas cleistogâmicas também realizam cruzamentos ocasionais, mantendo a variabilidade genética (Parma *et al.*, 2023).

Outros mecanismos, como a protandria, monoiccia e dioiccia, também favorecem a polinização cruzada. Na protandria, os órgãos masculinos amadurecem antes dos femininos, reduzindo a probabilidade de autofecundação (Cuevas *et al.*, 2024). Plantas monóicas possuem flores masculinas e femininas no mesmo indivíduo, promovendo tanto a autopolinização quanto o cruzamento (Tel-Zur *et al.*, 2023). Já as plantas dioicas têm indivíduos separados por sexo, dependendo da polinização cruzada para a reprodução (Montalvão *et al.*, 2021).

A autoincompatibilidade é outro mecanismo importante, impedindo a autofecundação e facilitando a polinização cruzada. Ela pode ser gametofítica (incompatibilidade no nível do gametófito) ou esporofítica (incompatibilidade no nível do esporófito). Esses mecanismos são fundamentais para a manutenção da variabilidade genética e a adaptação das populações vegetais (Zhao *et al.*, 2022).

3.4 Determinação do modo de reprodução

A determinação do modo de reprodução das plantas pode ser realizada por meio do exame da estrutura floral e da polinização. O exame da estrutura floral permite classificar as plantas quanto à sua capacidade de autofecundação ou à necessidade de cruzamento (Delgado *et al.*, 2023). Flores hermafroditas podem ser autógamas ou alógamas, dependendo de mecanismos como a proximidade entre estames e pistilos e a temporalidade na maturação dos órgãos reprodutivos (Amorim *et al.*, 2023).

O estudo da polinização inclui a avaliação de mecanismos como a autofecundação e a polinização cruzada (Chen *et al.*, 2021). A autofecundação é comum em plantas autógamas, enquanto a polinização cruzada depende de agentes externos (Bera; Samanta; Karmakar, *et al.*,



2024). Métodos como a marcação de pólen e a observação direta de polinizadores são utilizados para investigar os padrões de polinização (Lowe *et al.*, 2022).

3.5 Técnicas de melhoramento genético

As técnicas de melhoramento genético, como a hibridação artificial e a autofecundação artificial, são pilares para o desenvolvimento de cultivares com características desejáveis e a preservação da diversidade genética (Souza *et al.*, 2022). A hibridação artificial envolve o cruzamento controlado entre indivíduos geneticamente distintos, resultando em descendentes com características superiores. Essa técnica é amplamente utilizada no melhoramento genético de espécies florestais, permitindo a seleção de atributos como resistência a doenças e maior produtividade (Xiao *et al.*, 2021).

Já a autofecundação artificial é utilizada para preservar linhagens puras e estabilizar características genéticas específicas. Essa técnica é particularmente útil em programas de conservação, onde a manutenção da diversidade genética é exigida para a adaptação e sobrevivência das espécies (Ramzan *et al.*, 2021). No entanto, a acumulação de mutações deletérias ao longo do tempo, conhecida como depressão por endogamia, é um risco potencial que deve ser considerado (Liu *et al.*, 2021).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo dos sistemas reprodutivos das plantas demonstrou a complexidade e a diversidade de estratégias adaptativas que permeiam a sobrevivência e a evolução dessas espécies. A reprodução assexuada, por meio de métodos como estolões e rizomas, possibilita a propagação rápida e a preservação de características genéticas específicas. Já a reprodução sexuada, com enfoque na autogamia e alogamia, promove a variabilidade genética, útil para a adaptação. Mecanismos como protoginia, protandria e autoincompatibilidade atuam na polinização cruzada e na diversidade genética, enquanto a cleistogamia favorece a autofecundação, garantindo a reprodução mesmo na ausência de polinizadores.

A hibridação artificial e a autofecundação artificial são técnicas fundamentais no melhoramento genético florestal, pois a hibridação permite a criação de cultivares com características superiores, como resistência a doenças e maior produtividade. A autofecundação, por sua vez, contribui para a preservação de linhagens puras e a estabilização de características genéticas específicas. Essas técnicas são estratégicas para a conservação da biodiversidade e a sustentabilidade dos ecossistemas.



REFERÊNCIAS

AHMAD, M. H. et al. Systems and breakdown of self-incompatibility. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 41, n. 3, p. 209-239, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/07352689.2022.2093085>

AMORIM, G. T. S. et al. *Catharanthus roseus* [L.] G. Don: Allogamy as the main reproductive strategy and autogamy as a supposed reproductive guarantee mechanism. **South African Journal of Botany**, v. 154, p. 32-40, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2023.01.004>

BARREDA-CASTILLO, J. M. et al. Allogamy, metaxenia and hybrids in orchids, what do we know about it? **Botanical Sciences**, v. 102, n. 3, p. 1–12, 2024. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.3470>

BERA, B.; SAMANTA, A.; KARMAKAR, P. Reproductive ecology of a threatened medicinal plant *Canscora alata* (Roth) Wall. **Brazilian Journal of Botany**, v. 47, p. 485–500, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40415-024-00994-0>

BISHELLI, C. et al. Advanced breeding for biotic stress resistance in poplar. **Plants**, v. 11, n. 15, art. 2032, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11152032>

CARBONE, L. M. et al. Fire effects on pollination and plant reproduction: a quantitative review. **Annals of Botany**, v. 135, n. 1-2, p. 43–56, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcae033>

CHEN, Y. et al. Cytological observation and transcriptome comparative analysis of self-pollination and cross-pollination in *Dendrobium officinale*. **Genes**, v. 12, n. 3, p. 432, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/genes12030432>

CHEQUIN, R. N. et al. Occurrence of preanthesis cleistogamy in *Richardia brasiliensis* suggests it may be more common in Rubiaceae than realised. **Plant Ecology & Diversity**, v. 17, n. 1-2, p. 21-34, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1080/17550874.2024.2329741>

CISTERNAS-FUENTES, A. et al. Evolution of selfing syndrome and its influence on genetic diversity and inbreeding: A range-wide study in *Oenothera primiveris*. **American Journal of Botany**, v. 109, n. 5, p. 789–805, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajb2.1861>

CUEVAS, J. et al. Backcrossing failure between Sikitita olive and its male parent Arbequina: implications for the self-incompatibility system and pollination designs of olive orchards. **Plants**, v. 13, n. 20, p. 2872, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants13202872>

DELGADO, T. et al. Flower size affects bee species visitation pattern on flowers with poricidal anthers across pollination studies. **Flora**, v. 299, p. 152198, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2022.152198>

FALK, D. A. et al. Mechanisms of forest resilience. **Forest Ecology and Management**, v. 512, p. 120129, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120129>

GAO, S. et al. The nonreciprocal heterostyly and heterotypic self-incompatibility of *Ceratostigma willmottianum*. **Journal of Plant Research**, v. 134, p. 543–557, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10265-021-01269-5>



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

GELAYE, Y. *et al.* Optimizing Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Production: Genetic Insights, Climate Adaptation, and Efficient Management Practices: Systematic Review. **Plants**, v. 13, n. 21, p. 2988, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants13212988>

GUO, L. *et al.* Developmental regulation of stolon and rhizome. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 59, p. 101970, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2020.10.003>

ISLAM, Saiful *et al.* Mechanisms of plant reproduction: A comparative analysis of sexual and asexual methods in various plant species. **Australian Herbal Insight**, v. 6, n. 1, p. 1-5, 2023. DOI: <https://doi.org/10.25163/ahi.619953>

KASHIAN, D. M.; ZAK, D. R; BARNES, B. V; SPURR, S. H. **Ecologia florestal**. 15. ed. John Wiley & Sons, 2023.

LIAO, D. *et al.* Sex-Specific Responses of Sexual Reproduction, Clonal Reproduction, and Vegetative Growth to Environmental (Biotic and Abiotic) Factors in the Clonal Dioecious Plant *Acer barbinerve*. **Plants**, v. 14, n. 4, p. 596, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants14040596>

LIU, Q.-L. *et al.* Analysis of inbreeding depression in the tea plant (*Camellia sinensis*) based on the self-compatible cultivar 'Ziyan'. **Scientia Horticulturae**, v. 284, p. 110120, 27 jun. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110120>

LOWE, A. *et al.* Using DNA Metabarcoding to Identify Floral Visitation by Pollinators. **Diversity**, v. 14, n. 4, p. 236, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/d14040236>

MITCHELL, J. C. *et al.* Forest ecosystem properties emerge from interactions of structure and disturbance. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 21, n. 1, p. 14-23, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1002/fee.2589>

MONTALVÃO, A. P. L. *et al.* The diversity and dynamics of sex determination in dioecious plants. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.580488>

MOTA, S. S. *et al.* Reproductive systems and hybridization of *Lymania* species (Bromeliaceae) endemic to Northeast Brazil threatened with extinction. **Scientia Horticulturae**, v. 322, p. 112447, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112447>

NYBOM, H.; LĀCIS, G. Recent large-scale genotyping and phenotyping of plant genetic resources of vegetatively propagated crops. **Plants**, v. 10, n. 2, p. 415, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10020415>

O'DEA, R. E. *et al.* Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses in ecology and evolutionary biology: a PRISMA extension. **Biological Reviews**, v. 96, n. 5, p. 1695-1722, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/brv.12721>

PARMA, D. F. *et al.* Exploring the diversity of sexual systems and pollination in Brazilian Cleomaceae species. **Flora**, v. 300, p. 152245, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2023.152245>

RAMALHO, M. A. P. *et al.* Open-access Eucalyptus breeding programs: a proposal for the use of inbred progênies. **Cerne**, v. 28, p. e103049, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/01047760202228013049>



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

- RAMZAN, F. *et al.* Genetic assessment of the effects of self-fertilization in a *Lilium* L. hybrids using molecular cytogenetic methods (FISH and ISSR). **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 28, n. 3, p. 1770-1778, mar. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.12.019>
- REHMAN, A. *et al.* Revisiting Plant Heterosis—From Field Scale to Molecules. **Genes**, v. 12, n. 11, p. 1688, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/genes12111688>
- SALGOTRA, R. K.; CHAUHAN, B. S. Genetic Diversity, Conservation, and Utilization of Plant Genetic Resources. **Genes**, v. 14, n. 1, p. 174, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/genes14010174>
- ŠARHANOVÁ, P.; MAJESKÝ, L.; SOCHOR, M. A novel strategy to study apomixis, automixis, and autogamy in plants. **Plant Reproduction**, v. 37, p. 379–392, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00497-024-00499-6>
- SHARMA, V. *et al.* Insights into the molecular evolution of fertilization mechanism in land plants. **Plant Reproduction**, v. 34, p. 353–364, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00497-021-00414-3>
- SOUZA, A. M. C. B. *et al.* Hibridação artificial sem emasculação em feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Caatinga**, v. 35, n. 1, p. 23-32, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252022v35n123rc>
- TEL-ZUR, N. *et al.* Preventing self-fertilization: Insights from *Ziziphus* species. **Frontiers in Plant Science**, v. 14, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1226502>
- WAN, X.; SUN, D.; GAO, C. Flower opening dynamics, pollen-ovule ratio, stigma receptivity and stigmatic pollen germination (in-vivo) in *Chaenomeles speciosa* (Sweet) Nakai. **Scientific Reports**, v. 14, artigo 7127, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-83174-4>
- XIAO, Y. *et al.* The genetic mechanism of heterosis utilization in maize improvement. **Genome Biology**, v. 22, n. 148, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13059-021-02386-9>
- YASEMIN, S.; BERUTO, M. A Review on Flower Bulb Micropropagation: Challenges and Opportunities. **Horticulturae**, v. 10, n. 3, p. 284, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae10030284>.
- ZHAO, Y.-X. *et al.* Characterization of self-incompatibility and expression profiles of CsMCU2 related to pollination in different varieties of tea plants. **Scientia Horticulturae**, v. 293, p. 110693, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110693>
- ZHENG, A.; LV, J. Spatial patterns of bamboo expansion across scales: how does Moso bamboo interact with competing trees? **Landscape Ecology**, v. 38, p. 3925–3943, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10980-023-01669-z>
- ZHONG, S. *et al.* From gametes to zygote: Mechanistic advances and emerging possibilities in plant reproduction. **Plant Physiology**, v. 195, n. 1, p. 4-35, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1093/plphys/kiac125>



CAPÍTULO 6

TOLERÂNCIA À DESSECAÇÃO E AO ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE *Moquiniastrum polymorphum* (Less) G. Sancho

DESICCATION TOLERANCE AND STORAGE OF SEEDS OF *Moquiniastrum polymorphum* (LESS) G. Sancho

Jacqueline Claudino da Silva   

Mestra em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina(UDESC), Lages- SC, Brasil

Gabriela dos Santos Alves   

Mestra em Ciências, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Curitibaanos-SC, Brasil

Luciana Magda de Oliveira   

Doutora em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Docente do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Departamento de Engenharia Florestal, Lages-SC, Brasil

Marcio Carlos Navroski   

Doutor em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria-Rio Grande do Sul, Brasil
Docente do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Departamento de Engenharia Florestal, Lages-SC, Brasil

Alexandra Cristina Schatz Sá   

Doutora em Produção Vegetal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages-SC, Brasil

Gabriele Moreira da Rosa   

Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages-SC, Brasil

Paola Sabrina Silva   

Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages-SC, Brasil

Ludmilla Moraes Pereira   

Mestra em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal de Tocantins (UFT), Tocantins -TO, Brasil

Bianca Lamounier da Silva Lima   

Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina(UDESC), Lages- SC, Brasil

Isabelle da Silva Wolff   

Graduada em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina(UDESC), Lages- SC, Brasil

DOI: 10.52832/wed.148.907 

Resumo: Objetivou-se classificar as sementes de *Moquiniastrum polymorphum* quanto à tolerância à dessecação e avaliar a qualidade de sementes recém-colhidas e armazenadas. Em relação à tolerância à dessecação, sementes recém colhidas foram secas em sílica gel até 5% de umidade e armazenadas em freezer por três meses. Sementes recém-colhidas, sementes secas e sementes armazenadas foram submetidas à determinação do teor de água e ao teste de germinação. Para o estudo de armazenamento, sementes recém colhidas foram armazenadas em sala climatizada e em freezer, por dois anos. Após esse período, foram avaliados o teor de água e a germinação das sementes. Registraram-se as porcentagens de plântulas normais, anormais, sementes mortas, não germinadas e sementes vazias. Em sementes não germinadas, foi realizado o teste de tetrazólio. Os dados foram submetidos à normalidade (Shapiro-Wilk) e à ANOVA (Scott-Knott). Sugere-se que sementes de *M. polymorphum* são ortodoxas quanto à tolerância à dessecação; no entanto, indica-se a realização de outras pesquisas tendo em vista ao grande número de sementes vazias nesse estudo. A qualidade de sementes recém-colhidas é reduzida pela presença de sementes vazias e, após o armazenamento, também pela inviabilidade das sementes de *M. polymorphum*.

Palavras-chave: Viabilidade das sementes. Secagem. Germinação. Conservação. Cambará.

Abstract: The aim was to classify *Moquiniastrum polymorphum* seeds in terms of desiccation tolerance and to evaluate the quality of freshly harvested and stored seeds. With regard to desiccation tolerance, freshly harvested seeds were dried in silica gel to 5% humidity and stored in a freezer for three months. Freshly harvested seeds, dried seeds and stored seeds were subjected to a water content determination and germination test. For the storage study, freshly harvested seeds were stored in an air-conditioned room and in a freezer for two years. After this period, the water content and germination of the seeds were assessed. The percentages of normal and abnormal seedlings, dead seeds, ungerminated seeds and empty seeds were recorded. The tetrazolium test was carried out on non-germinated seeds. The data was submitted to normality (Shapiro-Wilk) and ANOVA (Scott-Knott). It is suggested that *M. polymorphum* seeds are orthodox in terms of their tolerance to desiccation; however, further research is recommended in view of the large number of empty seeds in this study. The quality of freshly harvested seeds is reduced by the presence of empty seeds and, after storage, also by the unviability of *M. polymorphum* seeds.

Keywords: Seed viability. Drying. Germination. Conservation. Cambará.

1 INTRODUÇÃO

A degradação ambiental tem causado a redução dos níveis populacionais naturais, e o Brasil se comprometeu em restaurar milhões de hectares de áreas degradadas, estabelecendo uma meta de 12 milhões de hectares até 2030. A restauração de ambientes degradados gera uma série de benefícios ambientais, sociais e econômicos (Griscom *et al.*, 2017); entretanto, uma das principais dificuldades para alcançar os objetivos da restauração é a disponibilidade de sementes, dificultando o uso do germoplasma de espécies nativas (Jalonen *et al.*, 2018; León-Lobos *et al.*, 2020).

Este cenário ocorre devido à diversidade de espécies nativas em projetos de restauração, que é limitada pela falta de conhecimento sobre a biologia de suas sementes, bem como pela ausência de protocolos adequados para sua conservação (Sommerville *et al.*, 2018). O



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

armazenamento das sementes é considerado uma etapa importante que visa preservar a viabilidade até que as mesmas se encontrem em condições ideais de germinação (Walter; Pence, 2021). Além disso, proporciona disponibilidade de sementes durante todo ano e não apenas na época de sua colheita (Barrozo; Mujumdar; Freire, 2014). Atualmente, vêm sendo utilizadas diferentes técnicas para retardar as atividades metabólicas da semente, garantindo maior tempo de sobrevivência (Nadarajan *et al.*, 2023).

Para a preservação da qualidade fisiológica das sementes, são necessárias condições adequadas de temperatura e umidade relativa do ar, visando retardar o processo de deterioração das mesmas (Carvalho; Nakagawa, 2000; Marcos-Filho, 2005). Nesse sentido, ter o conhecimento dessas condições é fundamental para o desenvolvimento de protocolos de armazenamento específicos para cada espécie (Merritt *et al.*, 2003), que vão depender das suas constituições químicas (Graham, 2008).

Quando as sementes são reidratadas após passarem por um processo de desidratação, é essencial que as mesmas mantenham a integridade das membranas, bem como evitem a desnaturação das proteínas, sendo esse processo conhecido como tolerância à dessecação (Jiang; Kermodé, 1994). Nesse contexto, em relação a capacidade de tolerância à dessecação e ao armazenamento, as sementes podem ser divididas em três grupos: sementes ortodoxas, recalcitrantes e intermediárias. As sementes ortodoxas suportam a secagem de até 5% de umidade e toleram armazenamento em baixas temperaturas. Já as sementes recalcitrantes não suportam secagem inferiores a 15 ou 20% e não toleram armazenamento a baixas temperaturas (Roberts, 1973). E as sementes intermediárias suportam secagem entre 5% e 12%, porém não toleram armazenamento a baixas temperaturas (Hong; Ellis, 1996).

O conhecimento em relação à secagem e ao armazenamento das sementes é de suma importância, pois possibilita a manutenção da sua variabilidade genética pela conservação do material. Por meio desses estudos, é possível fornecer subsídios que vão ampliar o conhecimento de espécies florestais nativas, permitindo o desenvolvimento de métodos de armazenamentos adequados. Desta forma, será possível manter a variabilidade genética por um maior período de tempo, auxiliando na conservação das espécies e, conseqüentemente, evitando o processo de extinção das mesmas (Walter; Pence, 2021).

O objetivo deste trabalho foi classificar as sementes de *Moquiniastrum polymorphum* quanto à tolerância à dessecação, bem como avaliar a qualidade de sementes recém-colhidas e armazenadas.



2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Tolerância à dessecação de sementes de *Moquiniastrum polymorphum*

Frutos maduros de *M. polymorphum* foram coletados em Lages, SC, cuja a localização está dentro das coordenadas geográficas 27°48'30.9"S 50°19'48.2"W e com altitudes que alcançam 1.500 m. Para o beneficiamento, foram selecionadas sementes consideradas cheias visualmente, compondo o lote de sementes utilizado.

Para a determinação dos teores de água, foram pesadas cápsulas de alumínio vazias em balança analítica, com precisão de 0,0001 g, gerando o peso dos recipientes. Após, foi adicionado, aproximadamente, 0,300 g de sementes nas cápsulas, que foram pesadas novamente, com o objetivo de obter o peso fresco das sementes. Posteriormente, as cápsulas, juntamente com as sementes, foram transferidas para a estufa a 105 °C, sendo mantidas por 24 horas (Brasil, 2009). As mesmas foram retiradas da estufa e pesadas novamente. Foram realizadas duas repetições. Para determinar a umidade das sementes, foi utilizada a fórmula abaixo:

$$U\% = \frac{P_i - P_f}{P_i - T} \times 100$$

Em que: U = umidade das sementes; P_i = peso úmido das sementes; P_f = peso seco das sementes; T = Peso do recipiente.

Os testes de germinação foram realizados em 4 repetições de 25 sementes, que foram alocadas em gerbox, possuindo como substrato folhas de papel mata-borrão umedecidas com água destilada (três vezes o peso do papel) (Shibata; Oliveira; Pavelski, 2016). Em seguida, as caixas de gerbox foram transferidas para germinadores regulados a luz constante e temperatura de 25 °C.

As avaliações foram realizadas diariamente até o 34º dia, seguindo as Instruções para Análise de Sementes de Espécies Florestais (Brasil, 2013). Foi avaliada a porcentagem de germinação, sendo considerada semente germinada a que apresentou a formação de plântula normal superior a 1 cm (Figura 1).



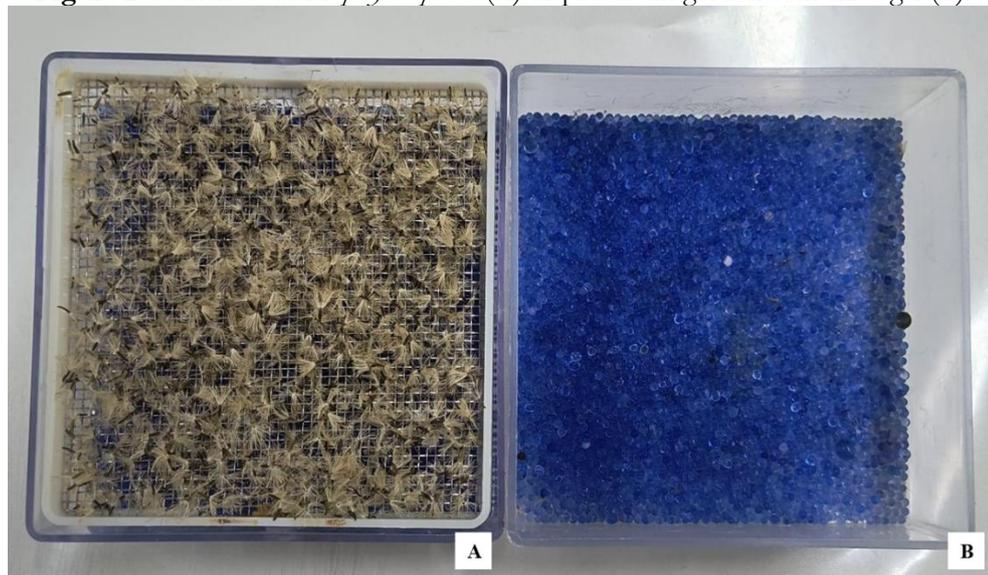
Figura 1- Plântula normal de *Moquiniastrum polymorphum*.



Fonte: Autores, 2025.

Para avaliar a tolerância à dessecação, foi adotada como base a metodologia proposta por Hong e Ellis (1996). As sementes foram secas em sílica gel, em caixas gerbox, (Figura 2), com o objetivo de secagem das sementes até 5%, com pesagens realizadas em intervalo de 1 hora.

Figura 2- Sementes de *M. polymorphum* (A) dispostas em gerbox com sílica gel (B).



Fonte: Autores, 2025.

O peso final desejado das sementes foi calculado utilizando a fórmula abaixo (Cromarty; Ellis; Roberts, 1985):

$$Mud = \frac{Mi (100 - Ui)}{(100 - Ud)}$$

Onde:

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

Mud = Massa da amostra (g) no grau de umidade desejado após a secagem; Mi = Massa da amostra (g) antes da secagem; Ui = Grau de umidade (%) antes da secagem; Ud = Grau de umidade desejado (%) após a secagem.

Após a secagem das sementes, em uma parte foi realizado o teste de germinação e determinado o teor de água, e a outra parte foi armazenada em freezer por três meses. Ao término desse período, a determinação do teor de água das sementes e o teste de germinação foram repetidos.

2.2 Armazenamento de sementes de *Moquiniastrum polymorphum*

Após a coleta de frutos maduros, como citado anteriormente, foram realizados a extração e o beneficiamento das sementes, manualmente. Em seguida, as sementes foram armazenadas em sala climatizada com temperatura de aproximadamente 16 °C e umidade relativa do ar de 62% (SC) e também em freezer a -20 °C (FR), dentro de sacos plásticos semipermeáveis, por dois anos. Em sementes recém-colhidas (RC) e armazenadas, foram realizados o teor de água e o teste de germinação, conforme descrito anteriormente.

Após a finalização do teste de germinação, foram registradas as porcentagens de plântulas normais, plântulas anormais, sementes mortas e sementes não germinadas. Em sementes não germinadas, foi conduzido o teste de tetrazólio com uma concentração de 0,2% por 6 horas, à temperatura de 25 °C, com o objetivo de determinar a viabilidade; além de ser avaliada, em conjunto, a porcentagem de sementes vazias.

2.3 Análise estatística

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), sendo testada a normalidade dos dados pelo teste de Shapiro Wilk. Os dados foram submetidos à ANOVA e posteriormente ao teste de médias Scott-Knott ($P < 0,05$), utilizando o *software* estatístico SISVAR, versão 5.6.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Tolerância à dessecação de sementes de *Moquiniastrum polymorphum*

Os resultados indicaram que apenas a variável sementes mortas apresentou diferença estatística significativa (Tabela 1). Além disso, apesar da baixa porcentagem de germinação observada tanto antes quanto após a secagem, o fator que mais influenciou esse desempenho foi o elevado número de sementes classificadas como vazias. Nesse sentido, foi possível observar que as sementes que apresentavam embriões mantiveram sua viabilidade após a secagem, sugerindo a



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

classificação das sementes como ortodoxa. Isso se deve à capacidade das sementes de manterem sua viabilidade após dessecação até um grau de umidade de aproximadamente 5%; bem como poderem ser armazenadas sob baixas temperaturas por um longo período (Robertz, 1973).

Tabela 1- Teor de água (%), Germinação (%), Sementes vazias (SV) (%), Mortas (%), Tetrazólio (TZ I – inviáveis, TZ V – viáveis) (%).

Lote	Teor de água	Germinação	SV	Mortas	TZ	TZ
					I	V
Antes da secagem a 5%	12,87	7	74	18 a	1	0
Depois da secagem a 5%	8,82	5	87	5 b	3	0
Armazenadas 3 meses no freezer	11,13	9	82	9 b	0	0

Fonte: Autores, 2025.

Os teores de água de sementes recém-colhidas, secas e armazenadas por 3 meses, variaram de 8,82 a 12,87%, sendo considerados baixos. Esse pode ser um indicativo de que as sementes de *Moquiniastrum polymorphum* não são recalcitrantes, tendo em vista que o teor de água de sementes recalcitrantes, recém-colhidas, é normalmente alto (King; Roberts, 1979). Os resultados do presente estudo não corroboram com as informações de Souza Junior e Brancalion (2016), que classificam sementes de *M. polymorphum* como recalcitrantes.

Sugere-se a realização de outros estudos sobre a classificação de sementes de *M. polymorphum*, quanto à tolerância à dessecação e ao armazenamento, com lotes de melhor qualidade, tendo em vista o grande número de sementes vazias presentes nesse trabalho, o que pode influenciar nos resultados.

3.2 Armazenamento de sementes de *Moquiniastrum polymorphum*

Houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis plântulas normais, sementes vazias e sementes mortas. No entanto, não foi observada diferença significativa para as variáveis teor de água e plântulas anormais (Tabela 2).

Tabela 2- Teor de água (TA%), Plântulas normais (PN), Plântulas anormais (PA%), Sementes vazias (SV%) e Sementes Mortas (SM%).

Tratamentos	TA	PN	PA	SV	SM
RC	8	43 a	0	55 b	2 b
SC	10,15	3 c	3	71 a	23 a
FR	10,92	27 b	4	50 b	19 a

RC: Recém-colhidas; SC: Sala climatizada; FR: Freezer. **Fonte:** Elaborada pelo autor.

Após o armazenamento das sementes, foi possível observar a presença de plântulas anormais, definidas como aquelas incapazes de completar seu desenvolvimento e originar plantas normais (Brasil, 2009). A presença de plântulas anormais (Figura 2) também pode estar relacionada às condições de armazenamento em que as sementes foram submetidas. Segundo Cardoso *et al.* (2012), a deterioração das sementes é um processo considerado inevitável, mas pode ser retardado dependendo das condições de armazenamento e das características da semente.

Entretanto, não há relatos na literatura das condições ideais para o armazenamento das sementes de *M. polymorphum*. Nesse contexto, condições de baixa temperatura e uma quantidade mínima de água garantem uma substancial redução no metabolismo e, conseqüentemente, ocorre o atraso nas reações químicas que são prejudiciais para manutenção da viabilidade (Barbedo *et al.*, 2018). Embora o armazenamento em freezer reduziu a viabilidade das sementes, a diminuição não foi significativa, sugerindo que esse ambiente pode ser adequado para a conservação das sementes da espécie.

Outro aspecto que influenciou na qualidade de sementes de *M. Polymorphum*, foi a presença de sementes mortas (Figura 2), aumentando sua porcentagem de 2% para sementes recém-colhidas a 23% para sementes armazenadas em sala climatizada. Esse fator pode estar relacionado às condições de armazenamento não serem adequadas para a espécie, tendo em vista que as condições ideais de temperatura e umidade relativa dependem da característica química da espécie (Graham, 2008). Contudo não existem trabalhos na literatura em relação a constituição química da sementes desta espécie. Sugere-se a realização de outros estudos relacionados ao ambiente para o armazenamento das sementes de *M. polymorphum* para o desenvolvimento de protocolos adequados.

Figura 2 - Caracterização de plântulas e sementes de *Moquiniastrum polymorphum*.



PN=Plântula normal; PA=Plântula anormal; SV= Semente vazia; M=Semente morta

Fonte: Autores, 2025.

4 CONCLUSÃO

Sugere-se que sementes de *M. polymorphum* são ortodoxas quanto à tolerância à dessecação; no entanto, indica-se a realização de outras pesquisas tendo em vista ao grande número de sementes vazias nesse estudo. A qualidade de sementes recém-colhidas é reduzida pela presença de sementes vazias e, após o armazenamento, também pela inviabilidade das sementes de *M. polymorphum*.

Agradecimentos e Financiamento

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal (CAV-UDESC), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de bolsa de Monitoria de Pós-graduação (PROMOP).

REFERÊNCIAS

BARBEDO, J. C.; JUNIOR, N. A. dos S. Sementes do Brasil: Produção e tecnologia para espécies da flora brasileira. *In: Barbedo, J. C. et al. Armazenamento das sementes*. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Instituto de Botânica, 2018.

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

BARROZO, M. A. S.; MUJUMDAR, A.; FREIRE, J. T. Air-drying of seeds: a review. **Drying Technology**, v. 32, n. 10, p. 1127-1141, 2014. DOI: [10.1080/07373937.2014.915220](https://doi.org/10.1080/07373937.2014.915220)

BRASIL. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária /ACS. 399 p. 2009. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacao>. Acesso em: 12 ago. 2024.

CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. DA S.; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p.272-278, 2012. DOI: [10.1590/S1983-40632012000300006](https://doi.org/10.1590/S1983-40632012000300006)

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 588p. 2000.

CROMARTY, A.S.; ELLIS, R.H.; ROBERTS, E.H. **The design of seed storage facilities for genetic conservation**. Rome, IBPGR.100p. 1985.

GRAHAM, I.A. Seed storage oil mobilization. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, p.115-142, 2008. DOI: [10.1146/annurev.arplant.59.032607.092938](https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092938)

GRISCOM, B. W. *et al.* Natural climate solutions. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 114, n. 44, p. 11645-11650, 2017. DOI: [10.1073/pnas.1710465114](https://doi.org/10.1073/pnas.1710465114)

HONG, T. D.; ELLIS, R. H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 55 p. 1996.

JALONEN, R. *et al.* Forest and landscape restoration severely constrained by a lack of attention to the quantity and quality of tree seed: Insights from a global survey. **Conservation Letters**, v. 11, n. 4, p. e12424, 2018. DOI: [10.1111/conl.12424](https://doi.org/10.1111/conl.12424)

JIANG. L.; KERMODE. A. R. Role of desiccation in the senescence of expression of genes for storage proteins. **Seed Science Research**, v. 4, p. 149-173, 1994. DOI: [10.1017/S0960258500002154](https://doi.org/10.1017/S0960258500002154)

LEÓN-LOBOS, P. *et al.* Lack of adequate seed supply is a major bottleneck for effective ecosystem restoration in Chile: friendly amendment to Bannister *et al.*(2018). **Restoration Ecology**, v. 28, n. 2, p. 277-281, 2020. DOI: [10.1111/rec.13113](https://doi.org/10.1111/rec.13113)

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MERRITT, D. J. *et al.* Water sorption characteristics of seeds of four Western Australian species. **Australian Journal of Botany**, v. 51, n. 1, p. 85-92, 2003.

NADARAJAN, J. *et al.* Seed longevity—The evolution of knowledge and a conceptual framework. **Plants**, v. 12, n. 3, p. 471, 2023. DOI: [10.3390/plants12030471](https://doi.org/10.3390/plants12030471)

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology I**: p. 499-514. 1973.



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

SOMMERVILLE, K. D. *et al.* Saving rainforests in the South Pacific: challenges in ex situ conservation. **Australian Journal of Botany**, v. 65, n. 8, p. 609-624, 2018. DOI: 10.1071/BT17096

SOUZA JUNIOR, C. N.; BRANCALION, P. H. S. **Sementes e mudas**: guia para propagação de árvores brasileiras. 2016.

WALTERS, C; PENCE, C. The unique role of seed banking and cryobiotechnologies in plant conservation. **Plants, People, Planet**, v. 3, n. 1, p. 83-91, 2021. DOI: [10.1002/ppp3.10121](https://doi.org/10.1002/ppp3.10121)



CAPÍTULO 7

VIABILIDADE E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE SEMENTES DE *Butia eriospatha* (Martius Ex Drude) Beccari ARMAZENADAS SOB REFRIGERAÇÃO

VIABILITY AND CHEMICAL COMPOSITION OF *Butia eriospatha* (Martius Ex Drude) Beccari SEEDS STORED UNDER REFRIGERATION

Isabelle da Silva Wolff   

Mestranda em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages-SC, Brasil

Luciana Magda de Oliveira   

Doutora em Fitotecnia-Sementes (UFLA), Docente do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Departamento de Engenharia Florestal, (UDESC), Lages-SC, Brasil

Polliana D'Angelo Rios   

Doutora em Ciência e Tecnologia da Madeira (UFLA), Docente do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Departamento de Engenharia Florestal, (UDESC), Lages-SC, Brasil

Alessandro de Oliveira Rios   

Doutor em Ciência de Alimentos (UNICAMP), Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, Brasil

Victória Varela da Silva   

Mestranda em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages-SC, Brasil

Bianca Lamounier da Silva Lima   

Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages-SC, Brasil

Carolina Rafaela Barroco Soares   

Doutoranda em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras-MG, Brasil

Jacqueline Claudino da Silva   

Doutoranda em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages-SC, Brasil

Gabriela dos Santos Alves   

Doutoranda em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages-SC, Brasil

Ludmilla Moraes Pereira   

Doutoranda em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages-SC, Brasil

DOI: 10.52832/wed.148.908 

Resumo: Palmeiras subtropicais desempenham papéis cruciais do ponto de vista ecológico e econômico, sendo que dentre essas está *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari, espécie nativa do Brasil. A composição química de sementes tem influência na qualidade e na capacidade de armazenamento, aspectos importantes na produção de mudas; além de valores nutricionais. Objetivou-se com este estudo determinar a composição química e a viabilidade de sementes de *Butia eriospatha*, armazenadas sob refrigeração, visando fornecer informações para seu manejo e conservação. Sementes recém-colhidas e após o armazenamento, sob refrigeração por 12 meses em sacos de papel, foram avaliadas quanto à viabilidade e ao teor de água. Em sementes armazenadas também foi avaliada a composição química. A viabilidade foi testada com tetrazólio e a composição química incluiu análises do teor de água, cinzas, lipídios e proteínas. Inicialmente, as sementes apresentavam 73% de viabilidade e teor de água de 32,44%. Após o armazenamento as sementes apresentaram 5,1% de umidade, 1,52% de cinzas, 30,05% de lipídios, 11,22% de proteínas e 52,16% de carboidratos, e 100% de inviabilidade, a qual foi relacionada à perda de água e oxidação de lipídios. Os resultados indicam a necessidade de rigoroso controle no armazenamento para garantir a preservação e o uso sustentável da espécie.

Palavras-chave: Butiá, Lipídios, Proteínas, Qualidade de sementes.

Abstract: Subtropical palm trees play crucial ecological and economic roles, including *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari, a species native to Brazil. The chemical composition of seeds influences their quality and storage capacity, which are essential aspects of seedling production and nutritional value. This study aimed to determine the chemical composition and viability of *Butia eriospatha* seeds stored under refrigeration, providing information for their management and conservation. Freshly harvested seeds and those stored in paper bags under refrigeration for 12 months were evaluated for viability and moisture content. The chemical composition of stored seeds was also analyzed. Viability was assessed using the tetrazolium test, while chemical composition included analyses of moisture content, ash, lipids, and proteins. Initially, the seeds showed 73% viability and a moisture content of 32.44%. After storage, the seeds had 5.1% moisture, 1.52% ash, 30.05% lipids, 11.22% proteins, and 52.16% carbohydrates, with 100% inviability, which was related to water loss and lipid oxidation. The results highlight the need for strict storage control to ensure the preservation and sustainable use of the species.

Keywords: Butiá. Lipids. Proteins. Seed quality.

1 INTRODUÇÃO

A família botânica Arecaceae compreende uma vasta diversidade de gêneros e espécies, com origens no Sul da América do Sul, incluindo o Brasil, Uruguai, Argentina e Paraguai. No Brasil, encontram-se cerca de 200 espécies distribuídas em 39 gêneros (Henderson *et al.*, 1995; Pivari; Forzza, 2004). Essas palmeiras desempenham um importante papel tanto do ponto de vista ecológico quanto econômico (Peres, 1994).

Dentre essas espécies está *Butia eriospatha* (Martius ex Drude) Beccari, também conhecida como butiá ou butiazeiro. O butiá é encontrado nos Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná, sendo uma espécie nativa do bioma Mata Atlântica, povoando áreas de Floresta Ombrofila Mista e Formações Campestres (Santos, 2015). No entanto, a falta de informações detalhadas sobre espécies do gênero *Butia*, associada a problemas ambientais, ameaçam a sua



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

existência, a ponto de *B. eriospatha* ser considerada como vulnerável (Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN, 1998, Rivas; Barilani 2004).

Os frutos do butiazeiro são drupas comestíveis, com casca de epicarpo amarelo-alaranjado, com uma semente de amêndoa branca. As sementes são a principal forma de propagação da espécie, embora o processo de germinação seja lento e desuniforme (Broschat, 1994; Merrow, 2004). A composição química das sementes é um fator importante e estudos revelam um alto valor nutricional em sementes de outras espécies de Arecaceae, incluindo fibras, proteínas, lipídios e compostos de metabolismo secundário, como fenóis e carotenoides, como relatados para espécies como *Mauritia flexuosa* L. f. (Aguilar *et al.*, 1980), *Syagrus coronata* (Martius) Beccari (Crepaldi *et al.*, 2001) e *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc (Silveira *et al.*, 2005).

A composição química das sementes não só desempenha um importante papel em sua utilização econômica e alimentícia, mas também na qualidade das sementes. O estudo da composição química das sementes é de importância fundamental, pois tais compostos têm implicações diretas na sua utilização, além de influenciarem o vigor e o potencial de armazenamento das sementes (Silva, *et al.*, 1998). Apesar disso, essas informações são escassas em sementes florestais, especialmente das espécies nativas.

As sementes, como outros órgãos da planta, apresentam uma composição química variável, compreendendo dois grupos principais de componentes: os constituintes normais de tecidos da planta e as substâncias de reserva (Marcos Filho, 2015). Tais componentes podem ser transportados, por meio de translocação, a partir de partes da planta onde foram acumulados anteriormente ou podem ser sintetizados durante a formação e o desenvolvimento das sementes (Carvalho; Nakagawa, 2000).

A composição química desempenha um papel crítico na viabilidade e na qualidade das sementes durante o armazenamento a longo prazo, garantindo a manutenção das características genéticas e da capacidade de germinação (Carvalho; Nakagawa, 1988; Vieira *et al.*, 2001; Davide *et al.*, 2003).

Assim, no presente estudo, objetivou-se a determinação da composição química e a viabilidade das sementes de *Butia eriospatha* armazenadas sob refrigeração por um período de 12 meses, visando fornecer informações para seu manejo, conservação e uso sustentável.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção das sementes

Frutos maduros de *Butia eriospatha* (Martius Ex Drude) Beccari foram colhidos em Lages, Santa Catarina – com coordenadas geográficas de 27.8156° S e 50.3259° W – no mês de fevereiro



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

de 2022. Após a colheita, foi realizada a retirada da polpa e obtenção do pirênio, que consiste na semente com o endocarpo aderido, o qual foi retirado com o uso de uma morsa. As sementes foram armazenadas em refrigeradores, acondicionadas em sacos plásticos de 6mm, por um período de 15 meses antes da realização das análises.

2.2 Metodologia da pesquisa

As sementes foram submetidas ao teste de tetrazólio, para a avaliação da viabilidade e teor de água, em seguida, foram armazenados em sacos de papel, sob refrigeração a $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, por 12 meses. Após esse período, as sementes foram novamente submetidas ao teste de tetrazólio e teor de água, sendo determinados ainda os teores de cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos (AOAC, 2005).

Para o teste de tetrazólio, as sementes foram seccionadas longitudinalmente na região do opérculo, os embriões foram extraídos e imersos em solução com concentração de 0,1% por 6 horas. Foram considerados viáveis, os embriões com tecidos de coloração vermelho carmim em toda sua totalidade e aqueles descoloridos apenas em áreas não essenciais à germinação. Os embriões com tecidos em deterioração e aqueles sem coloração (brancos) e com aspecto flácido foram considerados inviáveis (Brasil, 2009).

O teor de água foi realizado em conjunto com a determinação do teor de cinzas, por meio do método de secagem em estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ao longo de 24 horas, seguindo as diretrizes estabelecidas nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Para essa análise, duas subamostras de 10 gramas cada foram dispostas em cápsulas de alumínio. O resultado obtido foi apresentado em forma de porcentagem com base úmida.

O procedimento de determinação do teor de cinzas foi realizado em conformidade às normas do Instituto Adolfo Lutz (2008), sendo pesadas 10 g de amostra, em triplicata, em um cadinho de porcelana de 50 mL, previamente incinerados a $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ e resfriados em um dessecador antes de serem pesados. As amostras foram colocadas em mufla a $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ até a completa incineração, resultando em cinzas com coloração branca acinzentada.

A análise do teor de proteínas foi conduzida por meio do Método Kjeldahl (AOAC, 2005). Inicialmente, para a análise em triplicata, 0,5 g da amostra foram pesados em papel manteiga e transferidos para tubos Kjeldahl. As amostras foram acondicionadas em tubos de digestão onde foram adicionados 5 g de mistura catalítica de sulfato de sódio anidro:sulfato de cobre (10:1) e 20 mL de ácido sulfúrico concentrado. A etapa de digestão ocorreu com aquecimento dos tubos em um bloco digestor a aproximadamente $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ até o surgimento de uma solução líquida esverdeada. A solução foi destilada em destilador de nitrogênio, sendo



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

utilizado solução de ácido bórico como indicador de Tashiro. Após, foi realizada a titulação com ácido sulfúrico 0,1 N. O teor de proteína foi calculado de acordo com a equação (1).

$$\% \text{ Proteína} = \frac{K \times V \times \text{Fator}}{P} \quad (1)$$

Onde:

$$K = Fc \times 0,0014 \times 100$$

Fc = Fator de correção da solução de ácido sulfúrico 0,1 N

P = massa da amostra em gramas

V = volume da solução de ácido sulfúrico gasto na titulação

Fator = fator de conversão de nitrogênio para proteína = 6,25

A determinação do teor de lipídios foi realizada pelo método de Soxhlet (AOAC, 2005) utilizando o Micro Extrator Automático. As análises foram realizadas em triplicada a partir de 2,5 g de amostra com extração com éter etílico PA. Após a extração o solvente foi evaporado e o extrato etéreo calculado por diferença de peso.

A determinação do teor de carboidratos foi realizada por diferença, subtraindo o valor dos teores de água, proteínas, cinzas e lipídios a partir de 100%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes apresentaram 73% de viabilidade e 32,44% de umidade, quando recém-colhidas, alcançando valores de 0% e 5,1% após o armazenamento sob refrigeração, respectivamente. O teor de água das sementes de *B. eriospatha* representa um parâmetro com impacto direto na qualidade fisiológica, por serem classificadas como recalcitrantes. Essas sementes necessitam de valores acima de 14% de umidade para manter sua viabilidade e capacidade de germinação (Dambros *et al.*, 2024). Assim, o teor de água encontrado nas sementes de *B. eriospatha* está significativamente abaixo do nível crítico necessário para a germinação, o que torna sua utilização para reprodução improvável.

É importante ressaltar que, os menores teores de água nas sementes, como os encontrados neste estudo, aparentemente não impactam significativamente a determinação dos componentes-chave, como lipídios, proteínas e carboidratos. Em estudos anteriores com



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

sementes do mesmo gênero, foram relatados maiores teores de água para *B. catarinensis* (16,5%) (Pagel, 2016), *B. capitata* (28,2%) (Sganzerla, 2010) e *B. eriospatha* (30,9%) (Pereira, 2014), porém a composição química foi semelhante às encontradas nesse estudo. Tais resultados sugerem que, para fins de análise de composição química, o teor de água pode ser considerado um parâmetro de menor relevância e, portanto, não representa um fator crítico para os resultados obtidos.

Os resultados do teor de cinzas nas sementes de *B. eriospatha* variaram entre 1,51% e 1,53% (Tabela 1), indicando um baixo teor de minerais e compostos inorgânicos. Esses valores mostram variações ao comparar com estudos anteriores, como o de Sganzerla (2010), que relatou valores de 0,74% para *B. capitata* e 0,75% para *B. eriospatha*. No entanto, Pereira *et al.* (2015) observaram um teor de cinzas de 1,44% para *B. quaraimana*, demonstrando variação dependendo da espécie e das condições de cultivo.

Tabela 1 – Composição química de sementes de *Butia eriospatha* (Martius Ex Drude) Beccari, armazenados por 12 meses sob refrigeração.

Composição	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média	CV (%)
Cinzas (%)	1,51	1,50	1,53	1,51	1,01
Lipídios (%)	30,63	29,47	29,63	29,91	2,10
Proteínas (%)	11,32	11,05	11,39	11,25	1,60
Carboidratos (%)	51,44	52,88	52,35	52,22	1,39

Fonte: Autores, 2025.

Os resultados do teor de proteínas obtidos neste estudo revelam valores entre 11,05% e 11,39% (Tabela 1). Ao compararmos esses resultados com estudos anteriores, com sementes do mesmo gênero, algumas variações significativas são observadas. Bittencourt e Pereira (2014) relataram valores de proteínas em sementes de *B. quaraimana* de 3,6%, consideravelmente menor em comparação com os resultados encontrados neste estudo. Por outro lado, Pagel (2016) obteve resultados próximos, com um teor de proteínas de 9,9% para *B. catarinensis*. O teor de proteínas, embora menos expressivo do que em sementes de outras espécies, é maior do que o encontrado em palmeiras amazônicas, como buriti (*Mauritia flexuosa*), açai (*Euterpe oleracea* Mart.), tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart), entre outros, que variam de 1,18 a 5,50% (Aguiar *et al.* 1980).

Os teores de carboidratos nas sementes *B. eriospatha* revelaram valores consideravelmente elevados, variando entre 51,44% e 52,35% (Tabela 1). É importante ressaltar que a análise realizada neste estudo engloba o teor de carboidrato total, que abrange tanto os carboidratos de reserva quanto os carboidratos constituintes (celulose, hemicelulose e lignina). De acordo com Marcos Filho (2015), os carboidratos de reserva, como amido e hemicelulose, são diferentes da

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

celulose, carboidrato constituinte da parede celular, que forma as fibras e compõem em maior quantidade o tegumento da semente. Portanto, as presenças significativas de carboidratos podem ser explicadas pela inclusão de carboidratos constituintes nos resultados deste estudo, ao contrário de estudos anteriores que analisaram os carboidratos de reserva, descontando as fibras brutas, como em estudos com *B. capitata* e *B. eriospatha* (Sganzerla, 2010).

Os resultados referentes ao teor de lipídios nas sementes de *B. eriospatha* demonstraram valores considerados elevados, situando-se entre 29,47% e 30,63% (Tabela 1). Isso evidencia que as sementes de *B. eriospatha* são uma fonte de lipídios consideravelmente rica, o que aponta para um expressivo potencial na produção de óleos com alta produtividade e rentabilidade (Pagel, 2016). De acordo com Bittencourt e Pereira (2014), o teor elevado de lipídios presente nas sementes de *B. quaraimana* destaca a marcada aptidão para a obtenção de óleo a partir dessas sementes. Estes números se diferem dos resultados encontrados por Faria *et al.* (2008) para a espécie *B. capitata* (56,6%) e se aproxima dos valores relatados por Sganzerla (2010) para outras espécies de butiá, 28,7% para *B. odorata* e 26,3% para *B. eriospatha*, bem como os resultados de Pagel (2016) com valores de 39,9% para *B. catarinensis*.

No entanto, é importante ressaltar que sementes com teores significativos de lipídios, como as do *B. eriospatha*, tendem a ser vulneráveis à deterioração durante o armazenamento, devido à maior suscetibilidade dos lipídios à oxidação, em comparação com outros componentes das sementes. Além disso, em sementes com altos teores de lipídios e carboidratos, pequenas variações na umidade relativa podem afetar significativamente seu teor de água (Marcos Filho, 2015).

Vale destacar que as diferenças encontradas em sementes de espécies do mesmo gênero podem ser atribuídas à genética, às condições de manejo, às técnicas de análise utilizadas (Bittencourt; Pereira, 2014; Pagel, 2016).

Os resultados obtidos possuem implicações significativas para a conservação e utilização das sementes de *Butia eriospatha*. A compreensão da sua composição química, incluindo teor de água, cinzas, lipídios, proteínas e carboidratos, fornece informações para o manejo adequado dessas sementes, desde o armazenamento até a sua aplicação potencial em diversas áreas, como na produção de óleos, alimentos e produtos industriais. A identificação das características nutricionais e dos fatores que influenciam sua composição auxilia não apenas na conservação dessa espécie, mas também na promoção de seu uso sustentável, contribuindo assim para o ecossistema e a economia brasileira. Esses resultados reforçam a importância contínua da pesquisa e do monitoramento das sementes de *Butia eriospatha*, visando garantir sua preservação e maximizar seu potencial benefício para a sociedade.



4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As sementes de *B. eriospatha* apresentaram elevado teor de água e viabilidade de germinação inicial, porém a viabilidade diminuiu após armazenamento sob refrigeração devido à dessecação. A composição química apresentou baixa presença de minerais, mas altos teores de lipídios, carboidratos e proteínas, destacando seu valor nutricional. A baixa umidade e o alto teor de lipídios resultam na inviabilidade das sementes após armazenamento, indicando a necessidade de controle rigoroso para evitar oxidação. Estes resultados destacam a necessidade de estratégias eficazes no armazenamento para preservar e utilizar de forma sustentável as sementes de *B. eriospatha*, fundamentando futuras pesquisas sobre técnicas de conservação.

Agradecimentos e Financiamento

Agradecemos à Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) pelo suporte institucional. Também expressamos nossa gratidão ao Laboratório de Sementes Florestais e ao Laboratório de Tecnologia da Madeira da UDESC pelo apoio técnico e infraestrutura disponibilizados. Agradecemos ainda ao Laboratório de Ciência de Alimentos da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UFRGS) pelas análises químicas realizadas.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, J. P. L. *et al.* Aspectos nutritivos de alguns frutos da Amazônia. **Acta Amazônica**, v.10, p.755-758, 1980. DOI: 10.1590/1809-43921980104755.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 17^a ed. Arlington, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/292783651_AOAC_2005. Acesso em: 10 mar. 2025.

BITTENCOURT, C. R.; PEREIRA, M. M. **Prensagem das Amêndoas de Butiás (*Butia quaraimana*) e Caracterização dos Produtos Resultantes**. 2014. 83 f. Monografia (Trabalho de conclusão de curso). Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unipampa.edu.br/jspui/handle/riu/582>. Acesso em: 17 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. 1^a ed. Mapa/ACS, 2009. 399 p. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf. Acesso em: 10 mar. 2025.

BROSCHAT, T. K. Palm seed propagation. **Acta Horticulturae**, n. 360, p. 141-147, 1994. DOI: 10.17660/ActaHortic.1994.360.18.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988.



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Campinas: Fundação Cargill, 2000.

CREPALDI, I. C. *et al.* Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 2, p. 155-159, 2001. DOI: 10.1590/S0100-84042001000200004

DAMBROS, V. G. *et al.* Tolerância à dessecação de sementes de *Butia eriospatha* (Mart. Ex Drude) Becc. **Ciência Florestal**, v. 34, n. 1, 2024. DOI: 10.5902/1980509867835

FARIA, J. P. *et al.* Caracterização Química da Amêndoa de Coquinho-Azedo. **Revista Brasileira De Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 549–552, 2008. DOI: 10.1590/S0100-29452008000200049

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field Guide to the Palms of Americas**. Pricetom University Press, 1995. Disponível em: <https://archive.org/details/fieldguidetopalm0000hend>. Acesso em: 17 mar. 2025.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. 12. ed. Piracicaba: FEALQ, 2015.

MERROW, A. W. Palm seed germination. **IFAS Cooperative Extension Bulletin**, n. 274, p. 1-10, 2004. DOI: 10.32473/edis-ep238-2004.

PAGEL, L. C. **Determinação da Composição Proximal e de Ácidos Graxos nas sementes de Butia catarinensis Noblick & Lorenzi**. 2016. 40 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Tecnólogo em Processos Químicos, Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Toledo, 2016. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/15870/1/composicaoosementesbutia.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2025.

PEREIRA, M. M., et al. Caracterização Físico-Química Das Amêndoas De Butiás, p. 3820-3826. In: **Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**. COBEQ - Blucher Chemical Engineering Proceedings, v.1, n.2, 2015. DOI: 10.5151/chemeng-cobeq2014-0691-24407-183038.

PERES, C. A. Composition, density, and fruiting phenology of arborescent palms in Amazon terra firme forest. **Biotropica**. Malden, v. 26, p. 285-294, 1994. DOI: <https://doi.org/10.2307/2388849>

PIVARI, M. O; FORZZA, R. C. A família Palmae na Reserva Biológica da represa do Grama - Descoberto, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 55, n. 85, p. 115-124, 2004. DOI: 10.1590/2175-78602004558507

RIVAS, M.; BARILANI, A. Diversidad, potencial productivo y reproductivo de los palmares de *Butia capitata* (Mart.) Becc. de Uruguay. **Agrociência**, v. 3. p. 11-21, 2004. DOI: 10.31285/AGRO.08.1022.

SANTOS, B. O. **Biometria, Dormência e Germinação de Sementes de Butia eriospatha (Martius ex Drude) Beccari**. 2015. 24 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Curso de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/133735>. Acesso em: 17 mar. 2025.



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

SGANZERLA, M. **Caracterização físico-química e capacidade antioxidante do butiá**. 2010. 107 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010. Disponível em: <https://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/123456789/1333>. Acesso em: 17 mar. 2025.

SILVA, A. *et al.* Caracterização morfológica e química de frutos e sementes de canela-preta (*Ocotea catharinensis* Mez – Lauraceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 10, n. 2, 1998. DOI: 10.24278/2178-5031.1998102554

SILVEIRA, C.S. *et al.* Atividade antimicrobiana dos frutos de *Syagrus oleracea* e *Mauritia vinifera*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 2, p. 143-148, 2005. DOI: 10.1590/S0102-695X2005000200013

VIEIRA, A.H. *et al.* **Técnicas de produção de sementes florestais**. Porto Velho: Embrapa, CT 205, p.1-4, 2001. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/863141/1/Cot205.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2025.

ZENEON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (Org.). **Normas analíticas: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008 (Coleção Instituto Adolfo Lutz). Disponível em: <https://scispace.com/pdf/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos-4a-edicao-1zvnbdp13.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2025.

CAPÍTULO 8

OS BENEFÍCIOS AMBIENTAIS DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR AGRICULTURA FAMILIAR DE MANEJO INTENSIVO

ENVIRONMENTAL BENEFITS OF AGROFORESTRY SYSTEMS FOR THE
RECOVERY OF AREAS DEGRADED BY INTENSIVELY MANAGED FAMILY
FARMING

Maraiza Mendes Feijó   

Mestranda em Ciências Ambientais (PPCAmb), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL),
Pelotas-RS, Brasil

Lusiane Oliveira Souza   

Mestranda em Ciências Ambientais (PPCAmb), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL),
Pelotas-RS, Brasil

Marcos Jardel Matias Soares   

Doutorando em Manejo e Conservação do Solo (PPGMACSA), Universidade Federal de Pelotas
(UFPEL), Pelotas-RS, Brasil

Eduarda Medran Rangel   

Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Pelotas-RS,
Brasil

Maurício Pinto da Silva   

Doutor em Desenvolvimento Regional, Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), Pelotas-RS, Brasil

João Carlos de Oliveira Koglin   

Doutor em Política Social e Direitos Humanos, Universidade Católica de Pelotas (UCPEL), Pelotas-RS,
Brasil

DOI: 10.52832/wed.148.909 

Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

Resumo: A grande demanda de produção de alimentos intensifica a pressão aos agricultores familiares, que por sua vez, encontram vários desafios nas práticas agrícolas, dificultando o desenvolvimento de práticas sustentáveis, levando à degradação de várias áreas, comprometendo a biodiversidade e a sustentabilidade ambiental. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é identificar métodos e técnicas dos sistemas agroflorestais como opção viável para recuperação dessas áreas. Para alcançar esse objetivo foram realizadas pesquisas exploratórias, documentais e bibliográficas, além de uma abordagem qualitativa, que permitiram uma análise aprofundada das práticas agroflorestais e seus impactos ambientais positivos e negativos. Os resultados obtidos destacam os benefícios ambientais dos sistemas agroflorestais, incluindo a promoção da biodiversidade, a melhoria da fertilidade do solo e a mitigação do desmatamento. Além disso, foram identificadas as dificuldades, como a necessidade de conhecimento especializado e dependência de políticas de apoio. Podendo-se então concluir que os sistemas agroflorestais se revelam uma importante e eficaz ferramenta para recuperação de áreas degradadas por agricultura familiar de manejo intensivo. Oferecendo significativos benefícios ambientais e contribuindo para a sustentabilidade do ecossistema.

Palavras-chave: Agricultura Sustentável. Agroecologia. Degradação do solo. Gestão Ambiental.

Abstract: The great demand for food production intensifies the pressure on family farmers, who in turn, encounter several challenges in agricultural practices, making it difficult to develop sustainable practices, leading to the degradation of several areas, compromising biodiversity and environmental sustainability. Therefore, the objective of this work is to identify methods and techniques of agroforestry systems as a viable option for recovering these areas. To achieve this objective, exploratory, documentary and bibliographical research was carried out, in addition to a qualitative approach, which allowed an in-depth analysis of agroforestry practices and their positive and negative environmental impacts. The results obtained highlight the environmental benefits of agroforestry systems, including promoting biodiversity, improving soil fertility and mitigating deforestation. Furthermore, difficulties were identified, such as the need for specialized knowledge and dependence on support policies. It can then be concluded that agroforestry systems prove to be an important and effective tool for recovering areas degraded by intensively managed family farming. Offering significant environmental benefits and contributing to the sustainability of the ecosystem.

Keywords: Environmental Management. Sustainable Agriculture. Soil degradation Agroecology.

1 INTRODUÇÃO

É fundamental refletir sobre o futuro em face das mudanças climáticas, dos desastres ambientais e das diversas crises ecológicas que o mundo tem enfrentado. A partir daí surgem muitas incertezas, com base nos modelos de vida que ainda são adotados, alegando que priorizam o crescimento e o desenvolvimento econômico dos países, mas ao mesmo tempo geram uma grande preocupação com os recursos naturais. Esses recursos são essenciais não apenas para a sobrevivência da humanidade, mas também para a de todos os seres vivos do planeta.

Com todas as adversidades que vem ocorrendo nos últimos anos de clima, escassez de recursos naturais, ocorrência de queimadas, pobreza nas zonas rurais, nos fazem considerar sobre



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

o futuro do planeta. Mesmo que com as tecnologias atuais o modelo de cultivo agrícola intensivo ainda é bastante utilizado, principalmente em propriedades familiares, onde o pequeno produtor enfrenta maiores obstáculos para alcançar uma renda justa e estável para sustento da sua família (Santos, 2024).

Apesar de muitas mudanças e tecnologias voltadas para agricultura sustentável, esse manejo intensivo, ainda é praticado em algumas propriedades familiares, sendo completamente agressivo ao solo, causando uma série de impactos negativos no ambiente, como desnutrição desse solo, erosões e perda da capacidade de reter água, o que leva o produtor a cada vez mais ter que utilizar correção de solo, adubação química e uso de defensivos agrícolas, para continuar a produzir, já que esse processo não mais acontece naturalmente, um ciclo desgastante tanto para o meio ambiente quanto ao produtor, já que o custo desse manejo se torna cada vez maior (Toledo, 2023).

O solo é um bem de extrema relevância para a sobrevivência da vida no planeta, mas é um recurso finito e está se perdendo aceleradamente, com uma velocidade muito maior do que tempo que leva para se formar (Bertollo *et al.*, 2021). Um recurso natural fundamental para agricultura, deve ser conservado, pois o solo, além de garantir a produção, traz um equilíbrio a todo ecossistema, mas se mal manejado com a utilização de resíduos contaminantes, em um curto espaço de tempo esse ambiente se torna degradado.

A degradação está dentre esses problemas ambientais que mais comprometem os recursos naturais, a mesma pode ser compreendida pela Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, como variadas modificações nas características naturais do meio ambiente (Brasil, 1981). O desmatamento, queimadas, erosão, mineração, expansão urbana e agricultura convencional são exemplos de algumas das causas de degradação.

A agricultura intensiva, se caracteriza pela utilização de insumos químicos, cultivo de monoculturas e práticas que buscam maximizar a produção, mas ao mesmo tempo tem gerado uma série de impactos negativos ao meio ambiente, que se tornam ainda mais consideráveis quando analisados no contexto da agricultura familiar. Embora a agricultura familiar seja compreendida como uma alternativa mais sustentável, a pressão por produtividade e a busca por lucros, muitas das vezes, levam os pequenos agricultores a adotarem práticas de manejo intensivo, que comprometem a saúde do solo, do próprio produtor e sua família, consumidor que vai adquirir os produtos produzidos e ainda do ecossistema (Almeida, 2006; Pacheco, 2022).

Os pequenos agricultores, muitas vezes, não têm acesso a tecnologias ou práticas de manejo sustentável e acabam recorrendo a esses insumos para garantir maiores colheitas. Essa prática, além de prejudicar a qualidade da água, também compromete a qualidade do solo,



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

podendo levar à erosão, tornando os terrenos inférteis e difíceis de serem recuperados além de afetar a microbiologia do mesmo.

Ainda segundo Almeida (2006), a monocultura, muito comum na agricultura intensiva, reduz a variedade de plantas cultivadas, o que pode afetar diretamente a fauna local e os polinizadores, essenciais para a produção de alimentos e contribui na perda da biodiversidade local. A utilização de produtos químicos na agricultura pode poluir os rios e lençóis freáticos, afetando diretamente não apenas a fauna aquática, bem como toda a biodiversidade presente nas águas que percorrem as propriedades, assim como também, pode interferir diretamente na saúde das comunidades ribeirinhas que dependem dessas fontes de água para seu consumo, um problema particularmente relevante em regiões onde a agricultura familiar se baseia na irrigação, aumentando a vulnerabilidade desses povoadamentos, sendo a contaminação da águas, mais um grave impacto negativo atribuído à agricultura intensiva (Pacheco, 2022).

Além disso, Santos (2024), ainda menciona que não se pode ignorar os impactos sociais, a dependência de insumos químicos e a pressão por maiores produtividades podem levar os agricultores familiares a uma relação de incertezas com sua produção, gerando dívidas e condições de trabalho precários. Essa realidade pode resultar em um ciclo vicioso, onde a busca por soluções imediatas que garantem a renda, mas que comprometem a sustentabilidade e a saúde a longo prazo.

O Brasil é um país que possui o potencial de aumentar sua produção agrícola, até mesmo dobrar, sem precisar desmatar e nem causar mais prejuízos ao meio ambiente (Pacheco, 2022).

Segundo Altieri (2010), as técnicas agroecológicas contribuem para transformar o ambiente degradado, em um ambiente que promove a sustentabilidade, tem como base um conjunto de princípios que tomam formas tecnológicas variadas de acordo com a condição social e estrutural, e que são a base para um processo junto aos agricultores. Trata-se de um paradigma, que envolve agricultura familiar, conservação do solo e da água, conservação da biodiversidade, acesso à terra, diálogo de ciências como a gestão ambiental, agronomia, sociologia, biologia, ecologia, etc.

Um Sistema Agroflorestal (SAF) é um meio de cultivo, onde se combina produção e preservação do meio ambiente, sendo possível planejamento, com estudo prévio para cada região, favorecendo a demanda do produtor e do ecossistema. É o modo de manejo e uso do solo sustentável, combinando árvores a espécies agrícolas e animais, tudo no mesmo sistema, ao mesmo tempo ou podendo ser também intercalados (Nair *et al.*, 1993; Senar, 2017; Steenbock *et al.*, 2021). O Sistema Agroflorestal possui características e um grande potencial para melhorar o desempenho da produção, através da grande variedade de elementos que o compõem.



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

As técnicas praticadas em um sistema agroflorestal podem representar uma alternativa ao desafio de equilíbrio entre a sustentabilidade e a produção de alimentos. Dessa maneira, a implantação de agroflorestas, inclusive em Áreas de Preservação Permanente, a partir de 2001, passou a ser legalmente reconhecida como de interesse social no Brasil, permanecendo no Código Florestal (Brasil, 2012).

O sistema agroflorestal utiliza a árvore na extração de água e nutrientes do solo, e serve também como abrigo para a biodiversidade, contribui na produção de material orgânico, armazena carbono e registra a história climática da região.

A restauração das terras degradadas com a implantação de agrofloresta, podem aumentar a segurança alimentar, causar uma significativa diminuição na porcentagem de erosão do solo e impactar consideravelmente no aumento de carbono no solo. Além de ter potencial econômico, o SAF pode proporcionar ao produtor familiar, garantia de qualidade na mesa do consumidor/produtor pela diversidade de produtos que podem ser produzidos no mesmo local. Em conjunto com todos os benefícios de um sistema agroflorestal está o ganho de biodiversidade, tornando-se um local farto e passando a abrigar cada vez mais vidas. Um local com variedade de flora e fauna, se revela cada vez mais equilibrado, desta forma, o produtor obtém o aumento da produção além de proporcionar mais qualidade. É um sistema que já existe há muitos anos desde antes do Brasil ser colonizado, já era utilizado pelos indígenas, um modo de tirar alimento da terra em um sistema rotacionado, sem prejudicar e impactar o ambiente, preservando os recursos naturais (May *et al.*, 2008). É desafiador planejar um sistema agroflorestal, se necessita também da ciência, estudar a área, costumes e não menos importante dialogar com o produtor, pois é possível atender suas demandas e as do ecossistema. Para várias profissões da área relacionada com a ciência, é essencial o conhecimento sobre o solo e suas transformações químicas, físicas e influências, características e até mesmo promover seu uso e manejo, de maneira responsável e sua recuperação (Pedron *et al.*, 2004).

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo identificar os métodos e técnicas dos sistemas agroflorestais como opção de recuperação de áreas degradadas por agricultura familiar de manejo intensivo.

2 METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho, com foco nos benefícios ambientais dos sistemas agroflorestais para a recuperação de áreas degradadas por agricultura familiar de manejo intensivo, foi estruturada em quatro abordagens principais: pesquisa documental, exploratória, bibliográfica e qualitativa. A abordagem documental envolveu a coleta e análise de documentos



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

relevantes como relatórios técnicos, dados institucionais e normativos, sobre sistemas agroflorestais e suas aplicações na recuperação ambiental. Foram examinados dados que evidenciam os impactos positivos desses sistemas na regeneração de áreas degradadas. A pesquisa documental permite fundamentar teoricamente as práticas observadas e fornece uma base sólida para a discussão dos resultados obtidos e compreender o contexto histórico das técnicas na recuperação ambiental (Gil, 2002).

A pesquisa exploratória do presente trabalho foi desenvolvida através de uma coleta de dados, que foram analisados de forma sistemática, utilizando-se categorias temáticas que foram surgindo durante a pesquisa. Essas categorias incluíram: Biodiversidade; Conservação do solo; Recuperação de áreas degradadas. A análise permitiu identificar os principais benefícios dos sistemas agroflorestais e como podem ser aplicados na recuperação de áreas degradadas por agricultura familiar de manejo intensivo. A pesquisa bibliográfica consistiu na revisão de literatura existente sobre o tema, incluindo artigos científicos, livros, dissertações e teses, através da plataforma google acadêmico, SciELO, Biblioteca Digital Brasileira, literaturas que abordam o tema a partir desde 1977 até os dias atuais, discutem os sistemas agroflorestais, seus benefícios ambientais e sua eficácia na recuperação ambiental.

Essa etapa foi crucial para contextualizar o estudo dentro do conhecimento já produzido e identificar lacunas que o presente trabalho poderia abordar. A análise crítica das fontes permitiu articular conceitos teóricos com as evidências práticas observadas nas pesquisas documentais e exploratórias. Embora não tenham sido realizadas entrevistas e coletas diretas com agricultores, a análise qualitativa possibilitou uma análise mais rica e detalhada dos dados coletados, contribuindo para uma interpretação mais abrangente dos benefícios ambientais e impactos sociais associados aos sistemas agroflorestais. Essas metodologias interligadas garantiram uma análise abrangente e fundamentada dos benefícios ambientais dos sistemas agroflorestais, contribuindo significativamente para a discussão sobre sua importância na recuperação de áreas degradadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Degradação e recuperação do solo

O solo é um recurso natural, que se renova muito lentamente, já que sua formação provém a partir das intempéries sob a rocha matriz (Bertollo *et al.*, 2021). O Solo é um fator importante no ecossistema, é um recurso natural de muito valor, por isso requer uma atenção especial no seu manejo, para que se preserve sua estrutura e fertilidade, mantendo assim sua produção e conservação (De Oliveira, 2021).



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

Na agricultura convencional com monoculturas o manejo do solo é uma das formas mais agressivas de uso do solo, com práticas degradantes, e tornam esse solo cada vez mais infértil (Brancaion *et al.*, 2015). Segundo Da Costa (2020), a erosão também acarreta prejuízos econômicos e sociais para os agricultores e para a sociedade em geral, como a redução da produtividade agrícola e a perda de áreas cultiváveis podem comprometer a renda dos agricultores e a segurança alimentar da população. E assoreamento de rios e reservatórios pode afetar o abastecimento de água para consumo humano e para irrigação, além de prejudicar atividades como a pesca e o turismo. A prevenção e a mitigação da erosão são fundamentais para garantir a sustentabilidade da agricultura e a preservação do meio ambiente.

Diversas práticas conservacionistas podem ser adotadas para reduzir a erosão, como o plantio direto, a rotação de culturas, o terraceamento e a construção de curvas de nível. Essas práticas visam proteger o solo da ação da água e do vento, aumentar a infiltração de água no solo e reduzir o escoamento superficial. É um problema complexo que exige a adoção de medidas integradas para a sua prevenção e mitigação, é fundamental que os agricultores, os técnicos agrícolas, os órgãos governamentais e a sociedade em geral estejam engajados na busca por soluções para este problema, que ameaça a produtividade agrícola, a qualidade do meio ambiente e o bem-estar das futuras gerações (Da Costa, 2020).

3.2 Os sistemas agroflorestais

Os Sistemas Agroflorestais representam uma alternativa à agricultura tradicional. Os SAFs são uma prática sustentável de manejo da terra, compostos pela integração de plantas de característica lenhosa com culturas agrícolas (Nair, 1993; Pantera *et al.*, 2021).

Os sistemas agroflorestais são uma maneira responsável de utilizar o solo, é a opção sustentável que o produtor encontra de continuar produzindo e também respeitando o meio ambiente, sendo possível programar de forma adequada, para cada região, o manejo e uso do solo, com um consórcio entre árvores, culturas agrícolas com ou sem animais, no mesmo sistema, ao mesmo tempo, ou podendo serem intercalados (SENAR, 2017). Por suas diferentes técnicas de produção agroecológicas, os sistemas agroflorestais (SAFs) são destaques como forma de propagar a biodiversidade. Dentre diversos benefícios estão a fertilidade natural do solo, retenção de água, a mitigação dos efeitos provocados pelas alterações climáticas e ainda se destaca pela autonomia comparada à agricultura convencional (Frederico; Moral, 2022).

Em um sistema agroflorestal é capaz de transformar, campos devastados e áreas completamente impactadas pela degradação, em ambientes mais cheios de vida e efetivamente produzindo por muito tempo (Götsch, 1996).



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

Quando há diversidade na composição de espécies em um sistema agroflorestal, há uma autonomia do sistema, que passa a imitar um sistema que se desenvolve naturalmente. Um dos principais passos quando se pensa em um sistema agroflorestal é o diagnóstico, esse é fundamental, tem que ser bem estudado de acordo com vários fatores, iniciando por uma boa conversa com o produtor, investigar seus anseios, seus sonhos e a partir daí se apropriar do conhecimento sobre o local, onde dados como localização, clima, cultura e espécies nativas, são essenciais (Micollis, 2016).

Conforme Pantera *et al.* (2021), há várias técnicas utilizadas que favorecem uma boa implantação de um sistema agroflorestal, estas são elementos que garantem a fixação do mesmo, que são: semeadura direta, plantio de mudas ou de estacas, capinas seletivas, podas ou desbastes, contribuição de adubos orgânicos e micronutrientes. Como um sistema agroflorestal é rico em biodiversidade, ele se auto regula, como contém grande disponibilidade de alimentos, os pássaros que passam a frequentar ou habitar esse sistema, consomem também insetos-pragas, que poderiam afetar o ecossistema.

A Lei nº 12.651/2012, também conhecida como Código Florestal, oferece uma alternativa para a restauração de áreas de Reserva Legal (RL) degradadas. Essa lei permite a utilização de sistemas agroflorestais (SAF), que combinam espécies nativas e exóticas, como árvores frutíferas, ornamentais ou industriais. No entanto, é estabelecido que as espécies exóticas não devem ultrapassar 50% da área total em recomposição. Essa abordagem visa equilibrar a conservação ambiental com o uso econômico sustentável dessas áreas (Brasil, 2012).

Conforme cita Righi e Bernardes (2015), os sistemas agroflorestais (SAFs) são complexos e diversificados, envolvendo a integração de plantas lenhosas perenes com culturas agrícolas e/ou animais. A classificação desses sistemas pode variar conforme os critérios utilizados, mas geralmente se baseia em aspectos estruturais, funcionais, socioeconômicos e ecológicos.

a) Critério Estrutural: Refere-se à natureza dos componentes do sistema, incluindo o arranjo espacial dos componentes arbóreos e a estratificação vertical.

b) Critério Funcional: Foca no papel principal ou função dos componentes arbóreos no sistema, podendo envolver todos os componentes.

c) Critério Socioeconômico: Avalia o nível de dependência de insumos externos e a escala de manejo.

Considera as condições ambientais e a adequabilidade dos sistemas a certas condições ecológicas.

Segundo Nair *et al.* (1993), os SAFs podem ser classificados em três principais categorias:

- Silviagrícolas: Compostos por culturas agrícolas e árvores.



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

- Silvipastoris: Compostos por animais em pastejo e árvores.
- Agrossilvipastoris: Compostos por cultivos, animais em pastejo e árvores.

Essas categorias refletem a diversidade e a complexidade dos sistemas agroflorestais, que buscam promover a sustentabilidade e a biodiversidade em diferentes contextos agrícolas e ambientais. Righi e Bernardes (2015) destacam a importância desses sistemas para a produção sustentável e a conservação ambiental.

3.3 A Importância da Biodiversidade para o Controle Biológico de Pragas em Agroecossistemas

Os insetos desempenham papéis ecológicos cruciais, atuando como polinizadores, predadores, parasitóides e decompositores, contribuindo para a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas. No contexto agrícola, existem insetos e pragas, que causam prejuízos econômicos ou transmitem doenças às plantas, e insetos benéficos, que desempenham funções importantes como a polinização, o controle biológico de pragas e a ciclagem de nutrientes (Fines *et al.*, 2024).

Segundo Souza e Castilho (2022), em áreas de vegetação nativa ou diversificada, a complexidade das teias alimentares e a interação entre diferentes espécies de plantas e animais contribuem para a regulação natural das populações de insetos, evitando o surgimento de pragas em grande escala. A diversidade de habitats e de recursos alimentares em condições favoráveis para o estabelecimento de populações de inimigos naturais, como predadores e parasitóides, que controlam as populações de insetos pragas.

Ainda citado por Souza e Castilho (2022), a promoção da biodiversidade em agroecossistemas é fundamental para fortalecer o controle biológico de pragas de forma sustentável e ecologicamente correta. A diversificação de plantas cultivadas, a integração de áreas de vegetação nativa, o uso de práticas de manejo agroecológico e a conservação de inimigos naturais são estratégias que contribuem para o aumento da biodiversidade e o restabelecimento do equilíbrio ecológico.

Conforme menciona Junior (2011), o controle biológico de pragas, que consiste na utilização de inimigos naturais para controlar as populações de pragas, é uma prática fundamental para a produção de alimentos saudáveis e a redução do uso de agrotóxicos. Ao promover a biodiversidade e fortalecer o controle biológico natural, é possível construir agroecossistemas mais resilientes, produtivos e sustentáveis.

Em suma, a biodiversidade desempenha um papel crucial na regulação das populações de insetos em agroecossistemas, influenciando a ocorrência de pragas e a efetividade do controle biológico. A promoção da biodiversidade, por meio de práticas de manejo agroecológico e da



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

conservação de áreas de vegetação nativa, é essencial para garantir a sustentabilidade da produção agrícola e a proteção da saúde humana e do meio ambiente (Souza; Castilho, 2022).

Muitas árvores são melíferas e utilizadas em sistemas agroflorestais por essas características, que além de seus serviços sistêmicos atraem os polinizadores (Liberato; Morais, 2016). Um exemplo é o Angico Branco (*Anadenanthera colubrina*), que é utilizado como melífera e as abelhas sem ferrão também utilizam para fazer seus ninhos (Neto *et al.*, 2018).

3.4 Componente arbóreo no sistema agroflorestal e sua importância

Um SAF tem como sua principal característica o componente arbóreo, por colaborar com a regulação de temperatura, tornando o clima estabilizado no ambiente, beneficiando consequentemente o restante do sistema (Ribaski *et al.*, 2001).

Segundo Brancalion (2015), as árvores contribuem na diminuição de impacto dos pingos da chuva sobre o solo e outras plantas mais sensíveis, suas raízes ajudam a melhorar a porosidade do solo, facilitando a retenção de água e seguram os solos a beira de rios e cursos de água, evitando o assoreamento e são responsáveis por grande parte do acúmulo de serapilheira, que fortalece a fertilidade do solo.

As árvores prestam importantes serviços ao ecossistema como: abrigam a fauna; protegem a flora da chuva e sol; regulam a temperatura; conservam a umidade; protege rios e nascentes; facilitam a circulação dos nutrientes no ambiente (ciclagem de nutrientes); fornecem frutos que alimentam a fauna e as famílias: fornecem madeira e lenha; algumas árvores inclusive produzem flores que fornecem o néctar, contribuindo com a presença das abelhas e outros polinizadores; podem servir como remédios naturais; servem como barreiras contra o vento e cercas vivas. Tudo isso favorecendo o equilíbrio no ambiente (Barbosa, 2012).

Os elementos arbóreos são fundamentais nos ecossistemas, por suas características e serviços prestados e esse conjunto de contribuições se torna indispensável para a sobrevivência do ser humano (Rodrigues *et al.*, 2007).

Quando introduzida na produção animal, as árvores trazem vários benefícios, promovem bem estar animal, aumentando a qualidade e quantidade de proteína, pois um animal em condições confortáveis se alimenta melhor. E ainda protegem o solo no manejo dos animais, pois suas raízes deixam o solo mais estruturado, diminuindo a erosão (Barbosa, 2012).

3.5 Manejo Agroflorestal

Manejo Essencial em Sistemas Agroflorestais Agroecológicos Independentemente do modelo e do desenho específico do sistema agroflorestal agroecológico (SAFs) implementado, a



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

adoção de práticas de manejo adequadas é fundamental para otimizar o funcionamento e a produtividade do sistema. Dentre os manejos mais relevantes, destacam-se a capina seletiva, as podas, a produção e organização da biomassa e a gestão da dinâmica sucessional (Amador, 2003; May, 2008; Pantera *et al.*, 2021).

Amador (2003), cita que a capina seletiva, que consiste na remoção manual ou mecânica de plantas espontâneas indesejadas, deve ser realizada de forma criteriosa, priorizando a manutenção daquelas espécies que contribuem para a fertilidade do solo, a proteção contra erosão e a diversidade do sistema, e as podas, por sua vez, são essenciais para controlar o crescimento das árvores, estimular a produção de frutos e madeira, e garantir a entrada de luz e ar no interior do SAF. A técnica e a frequência da poda variam de acordo com a espécie arbórea, a idade do sistema e os objetivos do produtor.

A produção e organização da biomassa são cruciais para a ciclagem de nutrientes, a melhoria da estrutura do solo e a manutenção da biodiversidade. A biomassa, composta por restos de poda, folhas caídas, esterco animal e outras matérias orgânicas, pode ser utilizada para a compostagem, a cobertura do solo ou a produção de biofertilizantes (Silveira *et al.*, 2007).

Dinâmica sucessional, que se refere à evolução natural do SAF ao longo do tempo, deve ser monitorada e manejada de forma a garantir a diversidade de espécies, a otimização do uso dos recursos naturais e a resiliência do sistema frente a pragas, doenças e eventos climáticos extremos (May, 2008).

May (2008) cita ainda que a implementação correta desses manejos, aliada a outras práticas como a adubação verde, o controle biológico de pragas e doenças e a irrigação, contribui para o sucesso do SAF, promovendo a produção de alimentos saudáveis, a conservação dos recursos naturais e a geração de renda para os agricultores familiares.

A cobertura morta é uma técnica que consiste na aplicação de uma camada de material orgânico sobre a superfície do solo com o objetivo de suprimir o crescimento de plantas daninhas. Os materiais utilizados para essa finalidade são variados e podem incluir resíduos agrícolas, folhas secas, resto de podas, dentre outros. A permeabilidade do material é crucial para permitir a passagem de água e ar, garantindo que o solo permaneça saudável e fértil. Além disso, a opacidade é essencial para bloquear a luz solar, que é um fator fundamental para o crescimento das plantas. As sementes de plantas daninhas, que necessitam de radiação solar para germinar, não conseguem realizar esse processo sob essa cobertura. Sem a luz necessária para a fotossíntese, as plântulas que eventualmente germinam não conseguem sobreviver, morrendo rapidamente, esse método de controle de plantas daninhas é especialmente útil em jardins, hortas e áreas agrícolas, pois reduz a necessidade de herbicidas químicos, contribuindo para um



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

ambiente mais sustentável e seguro para a biodiversidade. Além disso, a cobertura morta orgânica, como folhas e resíduos vegetais, ao se decompor, enriquece o solo com nutrientes, melhorando sua estrutura e fertilidade ao longo do tempo (Dos Santos Pompeu *et al.*, 2018).

A aplicação da cobertura morta também pode ajudar a regular a temperatura do solo e a reter a umidade, o que é benéfico para as plantas cultivadas, especialmente em regiões com clima seco ou extremamente quente. Portanto, essa técnica é uma ferramenta valiosa para agricultores que buscam métodos eficazes e ecológicos para gerenciar plantas daninhas e promover um ambiente agrícola saudável (SENAR, 2017).

3.6 Benefícios e dificuldade na implantação do sistema agroflorestal

Os SAFs contribuem significativamente para a proteção do ecossistema, promovendo a biodiversidade, conservação do solo, e melhoria da qualidade da água. Eles ajudam a controlar a erosão, aumentam o sequestro de carbono, e criam habitats para diversas espécies, podendo formar corredores ecológicos. Além disso, um SAF bem planejado exclui a necessidade de agrotóxicos e fertilizantes químicos, melhorando a resiliência climática e a saúde ambiental. Essas práticas sustentáveis também atenuam extremos climáticos, como secas e enchentes, fortalecendo a relação entre o homem e a natureza (Lima, 2023; Ribaski, 2015).

O produtor também pode alcançar muitos benefícios como diversificação de produtos e subprodutos resultantes do sistema que podem ser comercializados, estabilidade financeira ao decorrer dos anos, diminuição de gastos na manutenção e manejo e rendimentos na produção no decorrer do tempo (Micollis, 2016).

Os SAFs oferecem significativos benefícios ambientais na recuperação de áreas degradadas, especialmente em contextos de agricultura familiar de manejo intensivo. Esses sistemas promovem a biodiversidade, regulação do ciclo hidrológico, controle da erosão e ciclagem de nutrientes, conforme destacado em estudos científicos (De Lima Lôbo *et al.*, 2021; Ribaski, 2015; Micollis, 2016).

Apesar de proporcionar muitos benefícios, algumas dificuldades são encontradas na implantação de um sistema agroflorestal, essas podem variar a depender do local, características do solo, espécies escolhidas e também a cultura local, e podem incluir: falta de conhecimento técnico; custo inicial; cultura e tradição ; competição entre espécies; a falta de mercado para comercializar os produtos; falta de incentivo ou suporte financeiro do Estado; algumas pragas e doenças e falta de apoio da comunidade. Nesse sentido é fundamental promover capacitação ao agricultor, incentivar a pesquisa, criar rede de apoio que explore o mercado para os produtos agroflorestais (Abdo *et al.*, 2008).



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

Os sistemas agroflorestais enfrentam desafios significativos, incluindo a falta de água, extensão das áreas, distância dos lotes, mão de obra insuficiente, e dificuldade em conciliar o trabalho com outros lotes. Além disso, a falta de formação sobre formas sustentáveis de cultivo e conhecimento técnico em SAFs é uma barreira importante. A falta de informação também é um obstáculo para a adoção desses sistemas, com agricultores sem acesso à informação tendo menos chances de adotá-los (De Felipe, 2019).

3.7 Certificações para sistema agroflorestal e seus benefícios

O Brasil ganhou reconhecimento por suas leis serem uma das mais avançadas no que se diz a respeito de preservação do meio ambiente, nesse sentido se fez necessário modos de serem aplicadas, a certificação ambiental, nada mais é do que uma maneira de incentivar as empresas buscarem reconhecimento por se atentarem às práticas de promovam um desenvolvimento mais sustentável. A certificação ambiental é um processo onde uma empresa, organização ou até mesmo um produto é avaliado e reconhecido por atender critérios ambientais. Esses critérios podem incluir práticas sustentáveis de gestão ambiental, minimização de impactos negativos no meio ambiente, e conformidade com legislações e normas ambientais. Existem várias certificações ambientais reconhecidas internacionalmente, como a ISO 14001, que estabelece diretrizes para um sistema de gestão ambiental (Corrêa, 2006).

Ainda como cita Corrêa (2006), a certificação ambiental pode trazer benefícios, como melhoria da imagem da empresa, acesso a novos mercados, além de contribuir para a preservação do meio ambiente.

Como menciona Marin *et al.*, 2016, a crescente demanda por produtos orgânicos reflete uma mudança nos hábitos dos consumidores, que buscam alimentos mais saudáveis e produzidos de forma sustentável. No entanto, a garantia da qualidade orgânica é um desafio constante, tanto no Brasil quanto em outros países. Para fortalecer a relação de confiança entre produtores e consumidores, o Brasil estabeleceu diferentes mecanismos de garantia da qualidade orgânica, cada um com suas particularidades e níveis de controle.

A certificação por auditoria, que é o mecanismo mais difundido no Brasil. Empresas públicas ou privadas, com ou sem fins lucrativos, atuam como "certificadoras", realizando inspeções e auditorias nos sistemas de produção, processamento e comercialização de produtos orgânicos. Essas certificadoras verificam se os produtores estão cumprindo as normas estabelecidas para a produção orgânica, desde o plantio até a embalagem do produto final (Corrêa, 2006).



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

Sistemas Participativos de Garantia (SPG): representam uma abordagem inovadora para a garantia da qualidade orgânica. Nesses sistemas, o controle social e a responsabilidade solidária são os pilares. Produtores, consumidores e outros atores da cadeia produtiva se unem para garantir a qualidade dos produtos orgânicos, estabelecendo critérios e realizando inspeções conjuntas. Os SPG fortalecem a participação dos consumidores e promovem a transparência nos processos de produção (COLAFEMEA, 2024).

E ainda o controle Social na Venda Direta sem Certificação: O controle social na venda direta sem certificação é um mecanismo específico para agricultores familiares que vendem seus produtos diretamente aos consumidores, sem intermediários. Nesse caso, o agricultor deve fazer parte de uma Organização de Controle Social (OCS), como um grupo, associação, cooperativa ou consórcio. A OCS é responsável por garantir a qualidade orgânica dos produtos, por meio de mecanismos de controle interno e da promoção da confiança entre produtores e consumidores (Marin *et al.*, 2016).

Todos esses mecanismos de garantia da qualidade orgânica são regulamentados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). A regulamentação estabelece as regras e os procedimentos que devem ser seguidos pelas partes envolvidas, garantindo a credibilidade e a segurança dos produtos orgânicos. A garantia da qualidade orgânica é fundamental para fortalecer a confiança dos consumidores e impulsionar o mercado de produtos orgânicos. Ao escolher produtos com um dos selos de garantia, o consumidor tem a certeza de que está adquirindo alimentos mais saudáveis, produzidos de forma sustentável e com respeito ao meio ambiente e aos trabalhadores (COLAFEMEA, 2024).

Existe a certificação de produtos orgânicos no Brasil, que é um processo rigoroso que garante a conformidade com normas específicas de produção, atestando a qualidade e a sustentabilidade do produto. Sejam alimentos, têxteis ou cosméticos, para serem certificados como orgânicos, devem seguir as diretrizes estabelecidas em normas publicadas. Para Kitamura (2013), uma Certificação e Selo de Qualidade, caso todos os requisitos de conformidade sejam atendidos, a certificadora emite um certificado que atesta a qualidade orgânica dos produtos. Com a certificação em mãos, o produtor está apto a utilizar o Selo de Qualidade Orgânica em seus produtos.

Assim como na União Europeia, o Brasil adota um selo único para identificar os produtos orgânicos certificados no mercado interno. Esse selo, de uso obrigatório desde dezembro de 2010, garante ao consumidor autenticidade e a conformidade do produto com as normas de produção orgânica. A certificação de produtos orgânicos é fundamental para garantir a transparência e a credibilidade do mercado de produtos orgânicos. Ao adquirir um produto com



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

o Selo de Qualidade Orgânica, o consumidor tem a certeza de que está adquirindo um produto produzido de forma sustentável, com respeito ao meio ambiente e aos trabalhadores, e livre de agrotóxicos e outras substâncias prejudiciais à saúde, é um elo essencial na cadeia de produção orgânica, promovendo a confiança entre produtores e consumidores e incentivando a produção de alimentos mais saudáveis e sustentáveis (Kitamura, 2003).

Em um sistema agroflorestal existem algumas possibilidades de certificação, devido ao manejo sustentável, dentre elas, a certificação Forest Stewardship Council (FSC), que é uma organização independente, não lucrativa, não governamental que foi desenvolvida para incentivar o manejo sustentável, que visa benefícios sociais e econômicos das florestas pelo mundo inteiro. A certificação FSC permite que empresas e consumidores selecionem produtos florestais feitos com responsabilidade ambiental (FSC, 2013).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os SAFs são uma alternativa promissora para recuperar áreas degradadas pela agricultura familiar de manejo intensivo, oferecendo diversos benefícios ambientais que favorecem a sustentabilidade da produção agrícola e a conservação dos recursos naturais. Promovem a restauração da fertilidade do solo, aumentam a infiltração de água, reduzem a erosão e estimulam a ciclagem de nutrientes. A diversidade de espécies vegetais melhora a estrutura do solo, aumenta a matéria orgânica, fixa nitrogênio e contribui para a conservação da água, recarregando aquíferos e filtrando a água da chuva.

A presença de árvores e a diversidade de espécies nos SAFs ajudam na regulação do ciclo hidrológico e na preservação da biodiversidade, oferecendo habitat, alimento e abrigo para plantas, animais e microrganismos. Essa diversidade também fortalece a resiliência do sistema frente a pragas, doenças e mudanças climáticas, promovendo o equilíbrio ecológico.

Os SAFs contribuem para a mitigação das mudanças climáticas ao sequestrar carbono e reduzir a necessidade de fertilizantes químicos. Ao integrar árvores, culturas e animais, promovem a adaptação da agricultura a eventos extremos, como secas e enchentes. Também geram impactos positivos sociais e econômicos, aumentando a produtividade, diversificando a produção e melhorando a renda dos agricultores familiares.

Para seu sucesso, é essencial planejamento adequado, apoio técnico e participação ativa dos agricultores, valorizando seu conhecimento local. Diante dos desafios ambientais e sociais, os SAFs representam uma solução eficaz para um futuro rural mais sustentável e resiliente.



REFERÊNCIAS

ABDO, M. T. V. N.; V., S. V.; MARTINS, A. L. M. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v. 1, n. 2, p. 50–59, 2008.

ALMEIDA, L. de. **Mudança técnica na agricultura: perspectivas da transição ambiental em Colombo – PR**. 2003. 294 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

ALTIERI, M. A. Agroecologia, agricultura camponesa e soberania alimentar. **Revista NERA**, ano 13, n. 16, p. 22–32, jan./jun. 2010. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/1362/1347>.

AMADOR, D. B. Restauração de ecossistemas com sistemas agroflorestais. In: ____ (Org.). **Restauração de ecossistemas naturais**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais – FEPAF, 2003.

BARBOSA, T. M. *et al.* **Semeando Agroecologia: árvores na agricultura familiar**. 2012.

BERTOLLO, M.; ALBERTIN, R. M.; BACHA, A. L. R.; *et al.* **Pedologia**. Porto Alegre: Grupo A, 2021.

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S. R. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Subprograma Projetos Demonstrativos (PDA). 2012. Disponível em: <https://mma.gov.br/assuntos/mudancas-climaticas/projetos-demonstrativos-pda>.

COLAFEMEA, Marina. **Incentivos fiscais a produtos orgânicos: uma medida de garantia ao direito fundamental à saúde**. 2024. 78 f. Universidade Estadual Paulista, Franca, 2024. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/e032aa97-a51d-4772-a0ff-61f311e39c7c>.

CORRÊA, D. R. Certificação ambiental, desenvolvimento sustentável e barreiras à entrada. **Revista de Informação Legislativa**, v. 43, n. 169, p. 189-201, 2006. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/institucional/documentos/sobre-o-senado/historia>

DA COSTA, S. A. T.; BEZERRA, A. C.; SILVA, M. F.; DO NASCIMENTO, A. H. C.; PESSOA, L. G. M. Extensão rural para conservação do solo na agricultura familiar. **Revista Extensão em Foco**, n. 20, p. 18-30, 2020.

DE FELIPPE, D. **Os avanços e os desafios na implantação de Sistemas Agroflorestais (SAFs) nas Áreas de Reserva Legal (ARLs) do assentamento Mário Lago em Ribeirão Preto - SP**. 2019. 164 f. – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2019. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/107/107131/tde-10092021-115736/>.



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

DE LIMA LÔBO, R. L.; DE VASCONCELOS SIQUEIRA, T. M.; MARTINS, E. S.; DE LIMA, A. S. T. Sistemas agroflorestais na recuperação de áreas degradadas. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 38127–38142, 2021.

DE OLIVEIRA, S.; MICHELANGELO, *et al.* Qualidade do solo: indicadores biológicos para um manejo sustentável. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 6853-6875, 2021.

DOS SANTOS POMPEU, G. D. S.; KATO, O. R.; DE OLIVEIRA MOURA, J. V.; MACIEL, M. C. Manejo dos sistemas agroflorestais em Tomé-Açu, Pará: utilização dos resíduos de poda. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 2, p. 217–228, 2018.

FINES, B.; ROEL, A. R.; PENTEADO-DIAS, A. M. Insetos parasitoides nativos no controle biológico de pragas como base para agricultura sustentável. **Revista Delos**, v. 17, n. 60, e2337, 2024.

FREDERICO, S.; MORAL, Y. P. Sistema agroflorestal e autonomia: uma revisão sistemática / Agroforestry system and autonomy: a systematic review / Systèmes agroforestiers et autonomie: une revue systématique. **Revista NERA**, v. 25, n. 63, 2022. DOI: <https://doi.org/10.47946/rnera.v25i63.8968>. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/8968>.

FOREST STEWARDSHIP COUNCIL (FSC). **Padrão de Certificação do FSC para o Manejo Florestal em Pequena Escala e de Baixa Intensidade (SLIMF)**. São Paulo: FSC Brasil, 2013. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/642516962/10-PADRAO-FSC-pdf>.

GOTSCH, E. **O renascer da agricultura**. Recife: Centro Sabiá, 1995

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. Acesso em: 30 ago. 2024.

JUNIOR, M. E. **Controle biológico de insetos pragas**. In: SEMINÁRIO MOSAICO AMBIENTAL, 2011.

KITAMURA, P. C. **Ciência e Ambiente**. Santa Maria, 2003.

LIBERATO, M. D. C. T. C.; MORAIS, S. M. D. **Produtos apícolas do Ceará e suas origens florais**. Fortaleza: Editora da Universidade Estadual do Ceará – EDUECE, 2016.

LIMA, L. R. de. **Sistemas agroflorestais e agricultura sintrópica: sustentabilidade e regeneração do semiárido paraibano**. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2022.

CORRÊA, D. R. Certificação ambiental, desenvolvimento sustentável e barreiras à entrada. **Revista de Informação Legislativa**, v. 43, n. 169, p. 189-201, 2006. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/institucional/documentos/sobre-o-senado/historia>.

MAY, P. H. et al. **Manual agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2008. (Cadernos de Desenvolvimento Rural, v. 195).



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

MICCOLIS, A. et al. **Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção: opções para Cerrado e Caatinga**. Brasília: Centro de Pesquisa Agroflorestal – ICRAF, 2016.

NAIR, P. K. R.; ICRAF. **An introduction to agroforestry**. Dordrecht, Países Baixos: Kluwer Academic Publishers, 1993. p. 16.

NETO, M. M. D. S.; OLIVEIRA, C. D. D.; PEREIRA, F. C. Atuação da espécie *Melipona jandaíra* na polinização das plantas da caatinga. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

PACHECO, A. R. **A potência de um conceito apoiado no “Impacto Mínimo da Produção de Alimentos sobre a Natureza” (ILPF): o Brasil pode dobrar a produção sem promover desmatamentos**. 2022.

PANTERA, A. et al. Agroforestry and the environment. **Agroforestry Systems**, v. 95, p. 767–774, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-021-00640-8>

PEDRON, F. A. *et al.* Solos urbanos. **Ciência Rural**, v. 34, p. 1647-1653, 2004.

RIBASSKI, J.; MONTROYA VILCAHUAMAN, L. J.; RODIGHIERI, H. R. **Sistemas agroflorestais: manejando a biodiversidade e compondo a paisagem rural: palestras**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. 248 p.

RIBASSKI, J. **Sistemas agroflorestais: benefícios socioeconômicos e ambientais**. In: SIMPÓSIO SOBRE REFLORESTAMENTO NA REGIÃO SUDOESTE DA BAHIA, 2., 2005, Vitória da Conquista. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. p. 89–101

RIGHI, C. A.; BERNARDES, M. S. (Ed.). **Cadernos da disciplina Sistemas Agroflorestais**. Piracicaba: ESALQ-USP, 2015. (Série Difusão).

RODRIGUES, W. F. *et al.* **Espécies arbóreas da Serra dos Tapes: um resgate etnobotânico**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007.

SANTOS, V. Z. da C. **Percepção das mudanças climáticas e estratégias de adaptação na agricultura familiar orgânica e convencional do Rio Grande do Sul**. 2023. 159 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2024.

SENAR. **Sistemas agroflorestais (SAFs): conceitos e práticas para implantação no Bioma Amazônico**. Brasília, DF: SENAR, 2017. 140 p. (Coleção SENAR, 199).

SILVEIRA, N. D.; PEREIRA, M. G.; POLIDORO, J. C.; TAVARES, S. R. D. L.; MELLO, R. B. Aporte de nutrientes e biomassa via serrapilheira em sistemas agroflorestais em Paraty (RJ). **Ciência Florestal**, v. 17, n. 2, p. 129–136, 2007.

SOUZA, F. P. de; CASTILHO, T. P. R. Uso de Sistemas Agroflorestais para o controle biológico natural em propriedades rurais. **Scientific Electronic Archives**, v. 15, n. 7, 2022.

STEENBOCK, W.; VEZZANI, F. M.; COELHO, B. H. S.; SILVA, R. O. Agrofloresta agroecológica: por uma (re) conexão metabólica do humano com a natureza. **Guaju**, v. 6, n. 2, p. 47-70, 2021.



Pesquisas em Engenharia Florestal: manejo, conservação... | Vila Verde, Costalonga e Oliveira

TOLEDO, E. N. B. **Agricultura familiar: sustentabilidade, ator e agência.** 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim, Erechim, 2019.





Wissen
editora
2025

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

