



A Produção do Conhecimento na Engenharia Florestal

Cristina Aledi Felsemburgh
(Organizadora)

 **Atena**
Editora
Ano 2020



A Produção do Conhecimento na Engenharia Florestal

Cristina Aledi Felsemburgh
(Organizadora)


Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^a Dr^a Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^a Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^a Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^a Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^a Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^a Dr^a Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^a Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

A produção do conhecimento na engenharia florestal

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Emely Guarez
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Cristina Aledi Felsemburgh

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P964 A produção do conhecimento na engenharia florestal /
Organizadora Cristina Aledi Felsemburgh. – Ponta
Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-500-6

DOI 10.22533/at.ed.006202610

1. Engenharia Florestal. I. Felsemburgh, Cristina Aledi
(Organizadora). II. Título.

CDD 634.928

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que apresentamos o e-book “A Produção do Conhecimento na Engenharia Florestal” que foi elaborado para a divulgação de resultados e avanços relacionados às Ciências Florestais. O e-book está disposto em 1 volume subdividido em 22 capítulos. Os capítulos estão organizados de acordo com a abordagem por assuntos relacionados com diversas áreas da Engenharia Florestal. Em uma primeira parte, os capítulos estão de forma a atender as áreas voltadas ao geoprocessamento, mapeamento, imagens de satélite abordando ecologia de paisagens, desmatamento e degradação ambiental. Em uma segunda parte, os trabalhos estão estruturados aos temas voltados à biodiversidade, regeneração natural, sucessão florestal, biologia reprodutiva, controle biológico, conservação do solo, ciclo hidrológico e produção sustentável. Em uma terceira parte, os trabalhos estão voltados aos modelos alométricos, volume, ciclagem de nutrientes, estoque de carbono, biomassa e produtos não madeireiros. Em uma quarta parte, os temas estão relacionados ao desenvolvimento sustentável, crescimento inicial de plantas, desenvolvimento de mudas e adubação. Em uma quinta parte, os trabalhos estão voltados às propriedades e qualidade da madeira e ao estudo de cores e ferômonios de insetos que ocasionam danos nas árvores. E finalizando, em uma sexta parte com um trabalho voltado à extensão universitária despertando o interesse profissional da área da engenharia florestal. Desta forma, o e-book “A Produção do Conhecimento na Engenharia Florestal” apresenta relevantes resultados realizados por diversos professores e acadêmicos que serão apresentados nesta obra de forma didática. Agradecemos o empenho e dedicação de todos os autores das diferentes instituições de ensino, pesquisa e extensão, por compartilharem ao público os resultados dos trabalhos desenvolvidos por seus grupos de pesquisa. Esperamos que os trabalhos aqui apresentados possam inspirar outros estudos voltados às Ciências Florestais.

Cristina Aledi Felsemburgh

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE ESTATÍSTICA ESPACIAL DE MÉTRICAS DA PAISAGEM UTILIZANDO O PATCH ANALYST

Luciano Cavalcante de Jesus França

Eduarda Soares Menezes

Marcelo Dutra da Silva

Danielle Piuzana Mucida

DOI 10.22533/at.ed.0062026101

CAPÍTULO 2..... 14

AÇÕES ESTRATÉGICAS PARA AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: MAPEAMENTO EM ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

Allana Fonseca de Souza

Alyson Brendo Bezerra da Silva

Alexsandro dos Santos Reis

Letícia Milena Gomes de Carvalho

Carla Samara Campelo de Sousa

Diego Armando Silva da Silva

DOI 10.22533/at.ed.0062026102

CAPÍTULO 3..... 24

MAPEAMENTO DO DESMATAMENTO E DEGRADAÇÃO FLORESTAL NO ESTADO DO MATO GROSSO, AMAZÔNIA BRASILEIRA, UTILIZANDO IMAGENS FRAÇÃO DERIVADAS DAS IMAGENS OLI DO LANDSAT-8

Yosio Edemir Shimabukuroa

Andeise Cerqueira Dutraa

Egídio Arai

Erone Ghizoni dos Santosb

Yhasmin Mendes de Moura

Valdete Duarte

DOI 10.22533/at.ed.0062026103

CAPÍTULO 4..... 39

USO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO PARA MAPEAMENTO DE ÁREAS EXPERIMENTAIS NO MUNICÍPIO DE RIO LARGO - ALAGOAS

Gabriel Paes Marangon

Jhonathan Gomes dos Santos

Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto

Christopher Horvath Scheibel

Raquel Elvira Cola

Sthéfany Carolina de Melo Nobre

DOI 10.22533/at.ed.0062026104

CAPÍTULO 5..... 45

ASPECTOS DA ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA E DA REGENERAÇÃO NATURAL EM UMA ÁREA RESTAURADA HÁ 15 ANOS NA REGIÃO METROPOLITANA

DE MACEIÓ, AL

Régis Villanova Longhi
Nivandilmo Luiz da Silva
Anderson Arthur Lima dos Santos
Tamires Leal de Lima
Carlos Frederico Lins e Silva Brandão
Gerson dos Santos Lisboa
Luciano Farinha Watzlawick
Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto
Lucas Galdino da Silva

DOI 10.22533/at.ed.0062026105

CAPÍTULO 6..... 57

AVALIAÇÃO FÍSICA DO SOLO EM FLORESTA PLANTADA DE *eucalyptus sp* VS FLORESTA NATIVA

Thyerre Vinicius dos Santos Mercês
Camilla Sabrine Silva Santos
Catiúrsia Nascimento Dias
Elton da Silva Leite
Bruna Thayná Ferreira da Silva
Felipe Mendes Magalhães
Michelle Luan Gonçalves Santiago

DOI 10.22533/at.ed.0062026106

CAPÍTULO 7..... 63

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DO SUB-BOSQUE LENHOSO DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA SECUNDÁRIA NO MUNICÍPIO DE IGARASSU - PE

Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto
Maria Amanda Menezes Silva
Diogo José Oliveira Pimentel
Maria José de Holanda Leite
Camila Alexandre Cavalcante de Almeida
Mayara Dalla Lana
Carlos Frederico Lins e Silva Brandão
Régis Villanova Longhi
Tamires Leal de Lima
Anderson Francisco da Silva
Gabriel Paes Marangon
Maria Jesus Nogueira Rodal

DOI 10.22533/at.ed.0062026107

CAPÍTULO 8..... 70

CONTROLE BIOLÓGICO EM FLORESTAS PLANTADAS: CONCEITOS, AVANÇOS E PERSPECTIVAS

Jade Cristynne Franco Bezerra
Thiele Sides Camargo
Ernandes Macedo da Cunha Neto
Débora Monteiro Gouveia

Emmanoella Costa Guaraná Araujo
Claudia Maia de Andrade
Fellipe Kennedy Alves Cantareli
Samia Rayara de Sousa Ribeiro
Lorena Karine Gomes Noronha
Marcela Maria Zanatta
Lara Welter da Silva
Gustavo Antônio Ruffeil Alves

DOI 10.22533/at.ed.0062026108

CAPÍTULO 9..... 82

FLORESCIMENTO EM TESTE DE PROCEDÊNCIA E PROGÊNIES DE *Astronium fraxinifolium* Schott (ANACARDIACEAE) EM TRÊS EVENTOS REPRODUTIVOS

Maiara Ribeiro Cornacini
Marcelo Augusto Mendes Alcantara
Janaína Rodrigues da Silva
Aparecida Juliana Martins Corrêa
José Cambuim
Ricardo de Oliveira Manoel
Patrícia Ferreira Alves
Bruno César Rossini
Ananda Virginia de Aguiar
Mário Luiz Teixeira de Moraes
Celso Luis Marino

DOI 10.22533/at.ed.0062026109

CAPÍTULO 10..... 92

PRECIPITAÇÃO INTERNA EM UM FRAGMENTO DA MATA ATLÂNTICA EM VIÇOSA, MINAS GERAIS

Letícia Soares Gonçalves
Rodolfo Alves Barbosa
Sérgio Guedes Barbosa
Lucas Jesus da Silveira
Aline Gonçalves Spletozer
Herly Carlos Teixeira Dias

DOI 10.22533/at.ed.00620261010

CAPÍTULO 11 105

AVALIAÇÃO DA ESTIMATIVA VOLUMÉTRICA PARA *Manilkara Huberi* (DUCKE) CHEVALIER NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS

Girlene da Silva Cruz
Bruno Rafael Silva de Almeida
Bruno de Almeida Lima
Lucas Cunha Ximenes
Talita Godinho Bezerra
João Ricardo Vasconcellos Gama

DOI 10.22533/at.ed.00620261011

CAPÍTULO 12..... 117

EFEITO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS NA DECOMPOSIÇÃO FOLIAR E NOS TEORES DE NUTRIENTES EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ATLÂNTICA NO SUL DO ESPÍRITO SANTO

Rafael Luiz Frinhani Rocha
Jéferson Luiz Ferrari
William Macedo Delarmelina
Diego Gomes Júnior
Marcos Vinicius Wincker Caldeira
Júlio César Tannure Faria
Rafael Chaves Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.00620261012

CAPÍTULO 13..... 132

ESTOQUE DE CARBONO EM PLANTIOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL, FLORESTAS SECUNDÁRIAS E MADURAS NA AMAZÔNIA

Carlos Roberto Sanquetta
Ernandes Macedo da Cunha Neto
Emmanoella Costa Guaraná Araujo
Gabriel Mendes Santana
Alexis de Souza Bastos
Marcelo Lucian Ferronato
Mateus Niroh Inoue Sanquetta
Ana Paula Dalla Corte

DOI 10.22533/at.ed.00620261013

CAPÍTULO 14..... 145

ESTUDO DA CADEIA DE COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS NAS FEIRAS LIVRES DO VER-O-PESO E 25 DE SETEMBRO – COM ÊNFASE NA ANDIROBA (*Carapa guianensis* Aubl.) E COPAÍBA (*Copaifera multijuga* Hayne)

Alen Anderson Mafra Meneses
Fabrício Corrêa Amaral
Helena Capela da Silva
Marcela Janaina De Souza Miranda
Renan Moreno Freitas Bandeira

DOI 10.22533/at.ed.00620261014

CAPÍTULO 15..... 156

SECAGEM SOLAR DA BIOMASSA DO CAPIM-ELEFANTE PARA USO EM COMBUSTÃO DIRETA

Anderson Carlos Marafon
André Felipe Câmara Amaral
Juarez Campolina Machado
Adriana Neutzling Bierhals
Hugo Leoncio Paiva
Victor dos Santos Guimarães

DOI 10.22533/at.ed.00620261015

CAPÍTULO 16..... 167

CONSERVATION PRODUCTION: NETWORK FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT OF FOREST SEED AND SEEDLINGS

Dan Érico Vieira Petit Lobão
Érico de Sá Petit Lobão
Raul René Mellendez Valle
Ivan Crespo Silva
Kátia Curvelo Bispo dos Santos
Lanns Alves de Almeida Filho

DOI 10.22533/at.ed.00620261016

CAPÍTULO 17..... 187

CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS E EXÓTICAS

Fagner Luciano Moreira
Elzimar de Oliveira Gonçalves
Marcos Vinicius Wincker Caldeira
Adriano Ribeiro de Mendonça
Rafael Luiz Frinhani Rocha
Robert Gomes

DOI 10.22533/at.ed.00620261017

CAPÍTULO 18..... 200

DESENVOLVIMENTO SILVICULTURAL DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO FOSFATADA

Renato Silva Kunz
Marcos Vinicius Wincker Caldeira
Elzimar de Oliveira Goncalves
Paulo Henrique de Souza
William Macedo Delarmelina
Robert Gomes
Rafael Luiz Frinhani Rocha

DOI 10.22533/at.ed.00620261018

CAPÍTULO 19..... 213

IMPLANTAÇÃO DE UM CONSÓRCIO FLORESTAL EM PEQUENAS PROPRIEDADES NO SUL DO ESPÍRITO SANTO: UM CAMINHO PARA O ZONEAMENTO AMBIENTAL

Lomanto Zogaib Neves
Elzimar de Oliveira Gonçalves
Marcos Vinicius Winckler Caldeira
Kelly Nery Bighi
Wiane Meloni Silva

DOI 10.22533/at.ed.00620261019

CAPÍTULO 20..... 225

USO DE TÉCNICAS MICROSCÓPICAS PARA CARACTERIZAR QUIMICAMENTE A MADEIRA NORMAL E DE COMPRESSÃO DE *Pinus caribaea* MORELET

Alfredo José dos Santos Junior

Natália Dias de Souza
Danielle Affonso Sampaio
Ananias Francisco Dias Júnior
Gabriela Fontes Mayrinck Cupertino
Fabiola Martins Delatorre
Aécio Dantas de Sousa Júnior

DOI 10.22533/at.ed.00620261020

CAPÍTULO 21.....233

EFICIÊNCIA DE CORES E ODORES COM USO DE ARMADILHAS NA COLETA DE COLEOPTERA: Scolytidae, EM DIFERENTES ÁREAS NO MUNICÍPIO DE JIQUIRIÇÁ-BA

Vanessa Santos da Palma
Rosemeire Silva Oliveira
Luana da Silva Guedes
Rozimar de Campos Pereira
Thiago da Conceição Martins
Juliana Cardoso Ribeiro
Palmira de Jesus Neta
Valdinei dos Santos Silva

DOI 10.22533/at.ed.00620261021

CAPÍTULO 22.....245

UNIVERSO FLORESTAL

Cintia Dayrane Duarte Moreira
Patrícia Leonidia dos Santos
Emannuely Aparecida Amaral dos Santos
Rodrigo Magalhaes Nunes
Nilza de Lima Pereira Sales
Leticia Renata de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.00620261022

SOBRE A ORGANIZADORA.....254

ÍNDICE REMISSIVO.....255

CAPÍTULO 1

ANÁLISE ESTATÍSTICA ESPACIAL DE MÉTRICAS DA PAISAGEM UTILIZANDO O PATCH ANALYST

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 07/07/2020

Luciano Cavalcante de Jesus França

Universidade Federal de Lavras, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/8399154761988569>

<https://orcid.org/0000-0002-8885-972X>

Eduarda Soares Menezes

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/1378378665237747>

<https://orcid.org/0000-0003-1476-5402>

Marcelo Dutra da Silva

Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Oceanografia, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/2150199198676703>

<https://orcid.org/0000-0002-6169-6457>

Danielle Piuzana Mucida

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/1730953268502384>

<https://orcid.org/0000-0002-5756-8081>

RESUMO: A fragmentação florestal é um processo em que áreas contínuas de vegetação nativa são subdivididas em manchas de tamanhos diversos, ocasionando a perda de habitat e mudanças nos padrões espaciais da cobertura vegetal. No sentido de contribuir com o avanço dos estudos em Ecologia da Paisagem, no contexto do ordenamento territorial e gestão de recursos naturais, este trabalho teve como objetivo reunir e discutir os principais conceitos e temáticas sobre a Ecologia da Paisagem e descrever os procedimentos metodológicos para o uso de do plugin *Patch Analyst*, do software ArcGIS. A geoestatística, baseada em métricas espaciais, permite uma ampla análise do espaço, que se traduz em dados quantitativos sobre a extensão e distribuição dos elementos que compõem o tecido espacial de uma determinada região ou janela de análise. O estudo métrico de uma paisagem contribui para o entendimento de conflitos territoriais, gestão ambiental e na tomada de decisões, visando a sustentabilidade ambiental. A manipulação e entrada de dados geográficos para uso do plugin *Patch Analyst*, em ambiente ArcMap, demonstra-se como procedimento de fácil entendimento e replicação. O estudo permitiu a ampliação do conhecimento técnico e teórico sobre o tema no país e, espera-se que possa auxiliar iniciativas de pesquisa, que visem a conservação, quanto a seleção de áreas prioritárias e proteção de ecossistemas, a conexão de paisagens fragmentadas, bem como o planejamento e a gestão do territorial.

PALAVRAS-CHAVE: Ecologia da paisagem, fragmentação florestal, planejamento ambiental, SIG.

SPATIAL STATISTICAL ANALYSIS OF LANDSCAPE METRICS USING PATCH ANALYST

ABSTRACT: Forest fragmentation is a process in which continuous areas of native vegetation are subdivided into patches of different sizes, causing loss of habitat and changes in spatial patterns of vegetation cover. In order to contribute to the advancement of studies in Landscape Ecology, in the context of territorial planning and management of natural resources, this work aimed to gather and discuss the main concepts and themes on Landscape Ecology and describe the methodological procedures for the use of the Patch Analyst plugin, from the ArcGIS software. Geostatistics, based on spatial metrics, allows a wide analysis of space, which translates into quantitative data on the extent and distribution of the elements that make up the spatial fabric of a given region or window of analysis. The metric study of a landscape contributes to the understanding of territorial conflicts, environmental management and decision making, aiming at environmental sustainability. The manipulation and entry of geographic data for the use of the Patch Analyst plugin, in an ArcMap environment, is demonstrated as a procedure that is easy to understand and replicate. The study allowed the expansion of technical and theoretical knowledge on the topic in the country and, it is hoped that it can assist research initiatives, aimed at conservation, regarding the selection of priority areas and protection of ecosystems, the connection of fragmented landscapes, as well as such as territorial planning and management.

KEYWORDS: Environmental planning, forest fragmentation, landscape ecology, GIS

1 | INTRODUÇÃO

A Ecologia da Paisagem é uma ciência em desenvolvimento, ainda em fase de consolidação de conceitos e aplicações que auxiliam no planejamento e gestão sustentável do território. Em um mundo com paisagens cada vez mais fragmentadas e antropizadas, garantir o bem-estar humano e a manutenção da biodiversidade, em um cenário de produção integrada, entre sociedades e ecossistemas, se impõem como um grande desafio (KREMEN e MERENLENDER, 2018).

Na prática, a paisagem é um objeto de estudo com diferentes visões epistemológicas, abordagens e aplicações. O termo ganhou destaque e tem sido amplamente debatido, desde sua introdução, na Geografia Física moderna e Geobotânica, pelo naturalista alemão Alexandre Von Humboldt, no século XIX (RITTER; MORO, 2012). Porém, formou-se um “vácuo científico” sobre o uso do termo, quando estudos do território passaram a ser o principal foco das pesquisas geográficas (SIQUEIRA, CASTRO e FARIA, 2013).

Entretanto, a paisagem enquanto produto dinâmico das relações sociais e naturais, condiciona o homem ao papel de agente ambiental interativo e transformador do espaço. Ou seja, em se tratando de paisagem ocupadas e transformadas pela presença humana, a interdependência entre o homem e o espaço, torne-se quesito obrigatório, para explicar a estrutura, o funcionamento e as mudanças na paisagem. O que não é possível fazer por um único viés disciplinar, obrigando que a abordagem busque apoio em múltiplas disciplinas.

Para Pivello e Metzger (2007), por exemplo, a forte influência da geografia humana, da biogeografia e de outras disciplinas com interesse no estudo da paisagem fez emergir, no final da década de 1930, uma nova área do conhecimento: a Ecologia da Paisagem. Nova, moderna e multidisciplinar.

Em 1939, o termo “Ecologia da Paisagem” (Landschaftsökologie) foi utilizado pela primeira vez pelo biogeógrafo alemão Carl Troll, embasado nas tradições europeias da geografia regional. Ao observar uma fotografia aérea, Troll buscou entender as interações recíprocas entre a heterogeneidade espacial e os processos ecológicos. Tratava-se de uma nova perspectiva de análise, na tentativa de unificar conceitos de paisagem e de meio ambiente natural, bem como estreitar os campos de atuação entre a Geografia e a Ecologia (METZGER, 2001; TURNER, 2005; PIVELLO e METZGER, 2007; SIQUEIRA, CASTRO e FARIA, 2013;). E desde então uma sequência estudiosos vêm reforçando os conceitos e definições na linha de investigação da Ecologia de paisagem, sobretudo nas últimas décadas (METZGER, 2001; METZGER et al., 2007; PAUDEL; YUAN, 2012; CHEUNG et al., 2016 e OCKENDON et al., 2018).

A crescente preocupação com manejo dos recursos naturais tem gerado demandas por investigações científicas relativos ao ordenamento territorial e gestão espacial destes recursos. Tornou-se, portanto, fundamental a caracterização da paisagem e, para isso são utilizados diversos métodos e técnicas de análises métricas da paisagem, de modo a tornar compreensível a dinâmica de sua estrutura, frente às mudanças impostas aos cenários. Neste sentido, estudos de planejamento ambiental e à tomada de decisões, tais como projetos de licenciamento ambiental, zoneamentos ambientais, definições de malhas urbanas e rurais, definições de corredores ecológicos e unidades de conservação, dentre outras ações de intervenções, podem ser subsidiadas a partir do conhecimento da estrutura da paisagem.

A fragmentação de habitats, por exemplo, é considerada a principal mudança ambiental impulsionadora das perdas de biodiversidade (LUSTIG et al., 2015). Diante disso, conhecer a interação entre os elementos que compõem a estrutura da paisagem tem se mostrado uma das principais estratégias da agenda ambiental, em todo o mundo. Embora a temática ainda se encontre escassa na literatura (DALLOZ et al., 2017), em processo de organização e solidificação, a Ecologia da Paisagem apresenta duas vertentes de estudo, a geográfica e a ecológica (ver tópico 2). A maior parte dos estudos associa-se aos aspectos geográficos no que tange à ordenação territorial, pouco prestando-se a discutir processos ecológicos aplicados às múltiplas áreas da paisagem florestal.

Em um estudo clássico, Metzger (2001) propõe uma definição integradora do conceito de paisagem, tratando-a como um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas da paisagem. Para o autor, a heterogeneidade existe para, ao menos, um fator, segundo um observador em uma determinada escala de observação. A problemática em questão baseia-se na escassez de estudos científicos teóricos sobre a integração

de análises de dinâmica da ecologia da paisagem, aplicadas aos estudos de gestão de florestas e ordenamento territorial e ambiental.

Algumas iniciativas, aplicadas ao litoral do Rio Grande do Sul, têm demonstrado um caminho de relativo sucesso na descrição da estrutura do espaço costeiro, com vistas ao planejamento e gestão do território. Trabalhos variados, realizados na perspectiva da abordagem geográfica da paisagem, descreveram a distribuição dos elementos naturais em um contexto de usos diversos, na tentativa de identificar a qualidade e grau de integridade dos ambientes e da paisagem (SILVA e LIMA, 2016; MIZAEL, et. al. 2016; COSTA et. al., 2017; SILVA e SILVA, 2018; PINHEIRO e SILVA, 2019). Aplicações que também se espraiaram para outras situações do país, como em Minas Gerais, na tentativa de oferecer suporte ao planejamento ambiental da região do quadrilátero ferrífero (OLIVEIRA et. al., 2017); no diagnóstico da antropização, no Vale do Jequitinhonha, também em Minas Gerais (MORANDI et. al., 2018); e na análise do índice de ecologia da paisagem, aplicado à unidade de conservação PECSol, no litoral do Rio de Janeiro (VERONESE, 2019).

Iniciativas que têm se multiplicado, particularmente com o avanço das tecnologias de sensoriamento remoto e de geoprocessamento, dedicadas à análises da interação entre os diferentes elementos que compõe o mosaico da paisagem, por meio de métricas estatísticas espaciais. Análises que levam em consideração fatores como forma, tamanho, distribuição espacial e conectividade entre os elementos do espaço, por vezes fragmentos ou remanescentes naturais da decomposição espacial (fragmentação).

Diante do exposto, esse estudo teve como objetivo principal reunir e discutir os principais conceitos e temáticas sobre a Ecologia de Paisagens e descrever os passos metodológicos para cálculo das métricas estatísticas de paisagens, por meio da extensão *Patch Analyst*, aplicada ao software ArcGIS.

2 | GÊNESE DA ECOLOGIA DE PAISAGENS

A partir da década de 1980 uma série de eventos impulsionou o desenvolvimento da Ecologia de Paisagens no mundo. Em 1981, foi criada a Associação Internacional de Ecologia de Paisagens (IALE) que promoveu, a partir desse ano, a realização dos congressos internacionais quadriênais da IALE e, em 1987, a criação da conceituada revista *Landscape Ecology*, sob sua gestão (URBAN et al., 1997).

Há, basicamente, dois enfoques dentro da Ecologia da Paisagem (METZGER, 2001): (i) o geográfico, que privilegia o estudo da influência do ser humano sobre a paisagem e (ii) o ecológico, que enfatiza a importância do contexto espacial sobre os processos ecológicos e a importância destas relações em termos de conservação biológica. Ambos os enfoques muitas vezes mesclam-se em suas similaridades, apesar do primeiro alinhar-se à utilidade na gestão do território e o segundo valorizar a perspectiva do organismo.

A Ecologia de Paisagens surgiu na Europa no contexto da Geografia Física e da ciência da vegetação. Foi influenciada pela Geografia Humana devido ao foco em planejamento do uso da terra, linha de investigação de abordagem geográfica (KOBELITZ et al., 2011). A partir da Europa, estudos científicos expandiram-se para outras regiões do mundo.

A abordagem norte-americana, baseada principalmente na ecologia de ecossistemas e na modelagem espacial, teve seu avanço beneficiado com o advento das imagens de satélite, vinculando-se ao Sensoriamento Remoto e Sistema de Informações Geográficas (SIG). Facilidades de tratamento de imagens e de análises geoestatísticas também propiciaram o desenvolvimento de estudos quantitativos do funcionamento ambiental, os quais consideram modelos estatísticos que levam em conta variáveis temporais e espaciais em diversas escalas (RITTER; MORO, 2012). Já a abordagem sul-americana, tem se baseado principalmente no arcabouço conceitual do brasileiro Jean Paul Mezger (2001), com a definição integradora de paisagem, já bastante difundida.

A Ecologia da Paisagem envolve o estudo de padrões de paisagem, suas mudanças e interações entre manchas limitadas a um mosaico ao longo do tempo por meio de quantificação (MCGARIGAL; MARKS, 1995). Baseia-se, em grande parte, na ideia de que a padronização da paisagem em elementos (manchas), influenciam fortemente características ecológicas, incluindo flora e fauna.

Neste sentido, estudos na área de Ecologia de Paisagem têm assumido amplo espaço no meio científico mundial nos últimos anos, por meio do uso de áreas, índices, densidades e percentagens descritores de análise da estrutura, função e mudança da paisagem, denominados de métricas de paisagem (MCGARIGAL; MARKS, 1995, MANDER; MARJA, 2013). Segundo Nowosad; Stepinski (2018) houve um avanço significativo em investigações de padrões de paisagens em nível global.

3 | FERRAMENTAS PARA ANÁLISE DE PAISAGENS EM SIG

São muitas as ferramentas de SIG que auxiliam na análise de paisagens, sobretudo, na avaliação estatística de métricas. Estudos apresentam avaliações com uso da extensão *Patch Analyst* no ArcGIS (PAUDEL; YUAN, 2012; MORANDI et al., 2020) enquanto outros utilizam o *software* FRAGSTATS (LIU et al. 2016; NIESTEROWICZ; STEPINSKI, 2016; PENG et al., 2016), pioneiro em estudos de paisagens (MCGARIGAL; MARKS, 1995). Apesar disso, apresentam limitações quanto aos resultados para áreas fragmentadas, uma vez que podem criar bordas artificiais em determinados fragmentos (HASSETT et al., 2012). Uma outra extensão é o V-LATE, muito difundido e utilizado em alguns trabalhos e elaborada também para análises em ArcGIS (SANTOS et al., 2016; ADAMCZYK; TIEDE, 2017).

Apesar disso, o *Fragstats* e *Patch Analyst* são, atualmente, os principais *softwares* para cálculo de métricas de paisagens. De acordo com Lang e Blascke (2009) a extensão *Patch Analyst* fornece essencialmente as mesmas métricas do *Fragstats*, porém de forma mais comprimida. Adamczyk; Tiede (2017) propõem um novo comando para cálculo de métricas implementado na caixa de ferramentas Python no ArcGIS, por apresentar interface gráfica de fácil utilização e possibilidade de cálculos de lotes. Para outros *softwares*, tais como o QGIS, há uma ferramenta capaz de calcular, de forma automatizada, uma variedade de métricas básicas e avançadas de paisagens, nomeadamente o plugin LecoS (JUNG, 2016).

Baral et al. (2014) utilizaram da extensão *Patch Analyst* para avaliação espacial e mapeamento da biodiversidade em paisagem fragmentada na Austrália. Em região de Mata Atlântica, no Espírito Santo, Silva et al. (2015) obtiveram resultados eficazes por meio de métricas pela ferramenta *Patch Analyst*, concluindo qualidade ambiental dos remanescentes florestais encontra-se altamente comprometida, devido à elevada fragmentação. Morandi et al., (2020) utilizaram das métricas de paisagens para auxiliar na avaliação a qualidade da estrutura espacial do ecossistema natural entre duas Unidades de Conservação em Minas Gerais, para fins de apoio a definição de corredores ecológicos.

4 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA O USO *PATCH ANALYST*

SUGESTÃO: incluir as equações de cada métrica. Em alguns trabalhos que orientei colocamos as equações e ficou muito interessante. Chama atenção para o trabalho e vai ao encontro do documento, que é mostrar o caminho para a análise métrica da paisagem.

Para execução das análises é necessária a instalação da extensão *Patch Analyst*, para uso no ambiente ArcGIS (*Download* em: <https://patch-analyst.software.informer.com/>). O procedimento metodológico para cálculo das métricas de paisagens no ArcMap, utilizando a extensão gratuita *Patch Analyst* (REMPEL et al., 2012), é apresentado no Quadro 1 e no fluxograma ilustrado na Figura 2.

Partindo-se de posse de imagens de satélites classificadas quanto ao uso e ocupação da terra, por parte do operador, executa-se, inicialmente, a conversão dos dados *raster* de entrada para formato vetorial *shapefile* (*To polygon*).

Etapas	Descrição das Ferramentas
1º Passo	Inicialização da Estatística Espacial: <i>Patch Analyst</i> > <i>Spatial Statistics</i> .
2º Passo	Inserção do <i>Layer</i> e definição da análise desejada: Adiciona-se o <i>layer</i> do mapa em questão > <i>Analyze By</i> > Define-se <i>Landscape</i> ou <i>Class</i> , uma vez que é possível analisar por classes individuais ou em nível de paisagem; Selecionar <i>Gridcode</i> tendo em vista que as classes se encontram neste formato.
3º Passo	<i>Output Table Name</i> : salva-se o nome do arquivo de saída, que será a tabela de atributos gerada;

4ª Passo	<i>Advanced Options: Analyze Vectors As > Raster</i> ou <i>Vector</i> , comumente seleciona-se <i>Vector</i> , neste caso por se estar utilizando um vetor poligonal;
5ª Passo	Pressiona-se o comando <i>Run</i> , onde é gerada a análise estatística espacial das métricas da paisagem. Automaticamente será gerada uma tabela com as siglas referentes às métricas de tamanho, borda e forma.

Quadro 1. Descrição metodológica dos passos e ferramentas para análise métrica.

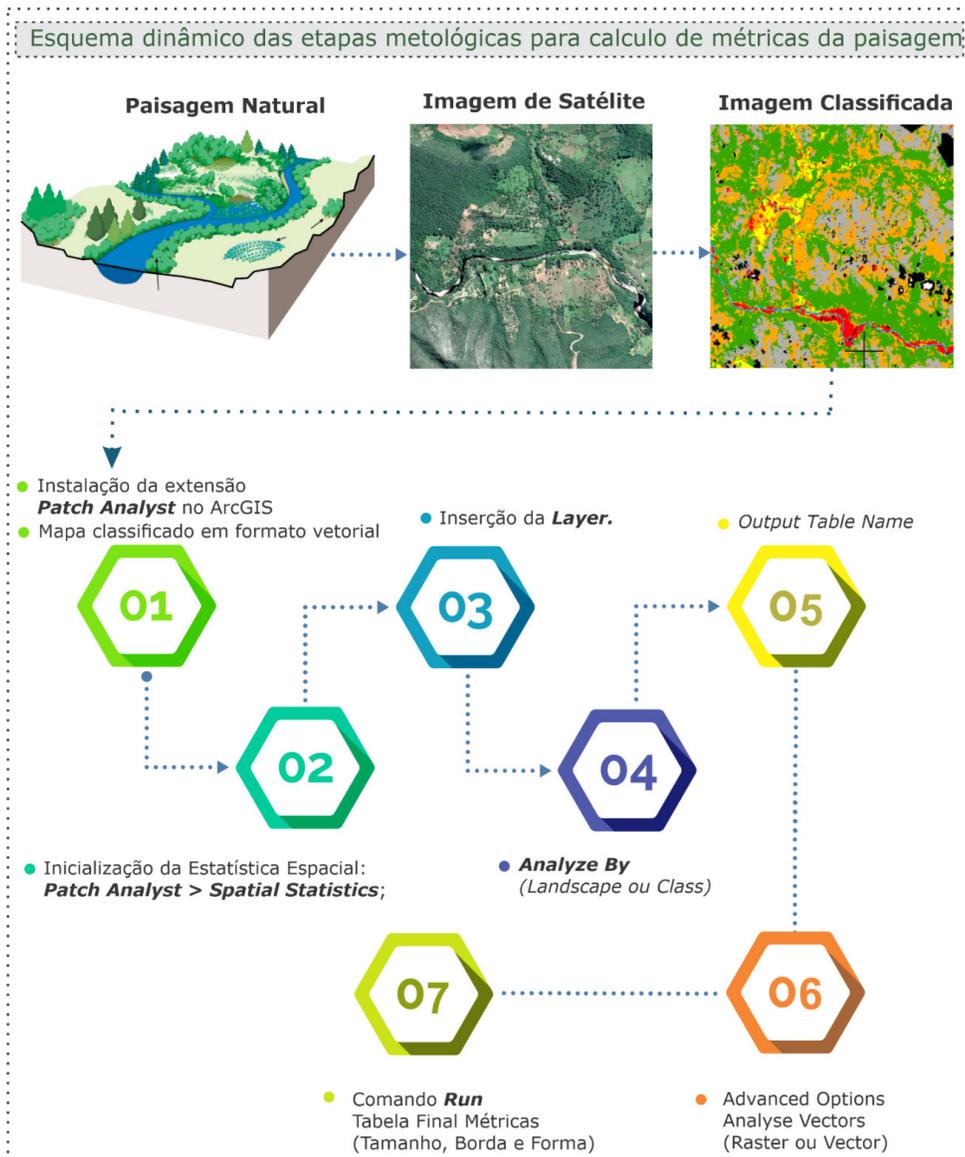


Figura 2. Fluxograma dos procedimentos metodológicos para calcular métricas de paisagens pelo *Patch Analyst*.

Os índices calculados pelo *Patch Analyst*, para uma determinada paisagem, são caracterizados pelos grupos Área, Tamanho, Forma, Proximidade e Área Central, cujas descrições são apresentadas no Quadro 2.

Grupo	Sigla	Métrica	Unidade	Descrição
Área	CA	<i>Classe area</i>	Hectare (ha)	Área total da classe; representa a soma de todas as manchas de determinada classe de uso da terra.
Tamanho	TLA	<i>Landscape area</i>	Hectare (ha)	Área total da paisagem; expressa a soma de todas as manchas de todas as classes. Expressa a área total em estudo.
	NumP	<i>Number of patches</i>	Adimensional	Número total de manchas; expressa o número total de manchas por classe de uso da terra.
	MPS	<i>Mean patch size</i>	Hectare (ha)	Tamanho médio das manchas; expressa o tamanho médio das manchas por classe de uso da terra.
	MedPS	<i>Median patch size</i>	Hectare (ha)	Tamanho mediano das manchas; expressa o tamanho mediano das manchas por classe de uso da terra.
	PSSD	<i>Patch size standard deviation</i>	Hectare (ha)	Desvio padrão do tamanho das manchas; expressa a variação do tamanho das manchas em torno do valor médio para cada classe de uso da terra.
	PSCoV	<i>Patch size coefficient of variance</i>	Porcentagem (%)	Coefficiente de variação do tamanho da mancha; expressa o desvio padrão em porcentagem, ou seja, da variação para cada classe de uso da terra.
	TE	<i>Total edge</i>	Metro (m)	Comprimento total do perímetro (borda) para cada classe de uso da terra.
	ED	<i>Edge density</i>	m/ha	Densidade de borda; expressa a relação entre perímetro (te) de cada classe pela área total da paisagem (tla).
	MPE	<i>Mean patch edge</i>	m	Média do perímetro (borda); expressa o comprimento médio do perímetro (te) das manchas para cada tipo de classe. É calculado pela divisão do valor total (te) pelo número total de manchas (nump).
MPAR	<i>Mean perimeter-area ratio</i>	m/m ²	Média da relação perímetro/área. Assemelha-se ao <i>edge density</i> (ed). É calculada a relação entre o perímetro (te) de cada classe pela área total classe (ca) dividido pelo número de manchas (nump).	

Forma	MSI	<i>Mean shape index</i>	Adimensional	Indicador médio de forma; expressa o quanto a mancha é próxima de um círculo. A métrica efetua a soma do perímetro de todas as manchas e a divide pelo quadrado da área da classe de uso. Expressa que quanto mais próximo de 1 for o valor, mais próxima ao formato circular é a mancha analisada.
	AWMSI	<i>Area weighted mean shape index</i>	Adimensional	Indicador médio de forma ponderada pela área; expressa o quanto a mancha é próxima de um círculo. A métrica efetua a soma do perímetro de todas as manchas dividido pelo quadrado da área da classe de uso. O resultado é dividido pelo número de manchas da classe. Quanto mais próximo de 1 for o valor, mais próxima ao formato circular é a mancha analisada.
	MPFD	<i>Mean patch fractal dimension</i>	Adimensional	Dimensão fractal média da mancha. Trata-se de uma métrica que expressa a complexidade de forma da mancha. Valores próximos a 1 representam perímetros simples e valores próximos a 2 indicam perímetros complexos, baseados na forma.
	AWMPFD	<i>Area weighted mean patch fractal dimension</i>	Adimensional	Dimensão fractal média da mancha ponderado pela área; expressa a complexidade de forma da mancha, sendo que valores próximos de 1 representam perímetros simples e valores próximos de 2 indicam perímetros complexos, baseados na forma. Grandes manchas possuem tendência a maior complexidade que pequenas manchas. Por isso, a métrica analisa a complexidade independentemente do tamanho das manchas. Normalmente o resultado será menor do que no mpfd.
Proximidade	MNN	<i>Average distance from nearest neighbor</i>	Metro (m)	A distância média do vizinho mais próximo é a média dessas distâncias para classes individuais ao nível de classe e a distância média da classe vizinha mais próxima ao nível de paisagem.
Área Central	TCA	<i>Total central area</i>	Hectare (ha)	O tamanho total das manchas.
	MCA	<i>Middle Central area</i>	Hectare (ha)	O tamanho médio das manchas de área central
	NCA	<i>Number of central areas</i>	Adimensional	Número total de áreas centrais dentro da paisagem ou dentro de cada mancha ao nível de classe.
	CASD	<i>Standard deviation of the central area</i>	Hectare (ha)	Raiz da variância da média das áreas centrais
	CACoV	<i>Coefficient of variation of center area</i>	Porcentagem (%)	Representa a variabilidade em tamanho das áreas centrais disjuntas em relação à área central média.
	TCAI	<i>Total central area index</i>	Porcentagem (%)	Medida da quantidade relativa de área central na paisagem.

Quadro 2. Métricas de Ecologia da Paisagem geradas no *Patch Analyst*, adaptado de McGarigal; Marks (1995) e França et al. (2019).

Nota-se, portanto, a diversidade de métricas de paisagem que podem ser aplicadas em estudos desde etapas de planejamento, diagnóstico e manutenção de projetos ambientais em diferentes condições. Esta base de informações auxilia, significativamente, na gestão florestal de recursos naturais e ordenamento territorial. Todavia, evidenciou-se para o Brasil uma lacuna em produção científica avançada no assunto, apresentando apenas alguns especialistas clássicos na linha de pesquisa, assim como o emprego da expressão 'ecologia de paisagens' ainda se apresenta pouco utilizado no que tange às ciências ambiental e florestal no país.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As métricas de paisagem têm servido de suporte à análise da Ecologia de Paisagem por meio dos cálculos envolvendo áreas, índices, densidades, percentagens descritores de estrutura, função e mudanças. Nos procedimentos metodológicos para cálculo das métricas pelo *Patch Analyst* em ambiente do *software* ArcGIS, a manipulação da base de dados e etapas metodológicas apresentam-se relativamente fáceis e flexíveis para aplicação, sendo importante a correta interpretação dos resultados, para uma eficaz análise espacial.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ADAMCZYK, J.; TIEDE, D. **ZonalMetrics - a Python toolbox for zonal landscape structure analysis**. Computers & Geosciences, Laramie, v. 99, p. 91-99, 2017.

BARAL, H.; KEENAN, R. J.; SHARMA, S. K.; STORK, N. E.; KASEL, S. **Spatial assessment and mapping of biodiversity and conservation priorities in a heavily modified and fragmented production landscape in north-central Victoria, Australia**. Ecological Indicators, Coimbra, v. 36, p. 552-562, 2014.

CHEUNG, A. K. L.; BRIERLEY, G.; O'SULLIVAN, D. **Landscape structure and dynamics on the Qinghai-Tibetan Plateau**. Ecological Modelling, Towson, v. 339, p. 7-22, 2016.

COSTA, M. S.; LISBOA, J. M.; SILVA, M. D. **Distribuição e características das passagens de fauna na br 392, trecho entre Rio Grande e Pelotas (RS)**. GEOGRAPHIA MERIDIONALIS, v. 3, p. 60-85, 2017.

DALLOZ, M. F.; CROUZEILLES, R.; ALMEIDA-GOMES, M.; PAPI, B.; PREVEDELLO, J. A. **Incorating landscape ecology metrics into environmental impact assessment in the Brazilian Atlantic Forest**. Perspectives in ecology and conservation, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 216-220, 2017.

FRANÇA, L.C.J.; MORANDI, D. T.; MENEZES, E.S.; MUCIDA, D.P.; SILVA, M.D.; LISBOA, G. S.; **Ecologia de paisagens aplicada ao ordenamento territorial e gestão florestal: procedimentos metodológicos**. Nativa, v.7, n.5, p. 613-6120, 2019.

HASSETT, E. M.; STEHMAN, S. V.; WICKHAM, J. D. **Estimating landscape pattern metrics from a sample of land cover**. Landscape Ecology, Prague, v. 27, n. 1, p. 133-149, 2012.

<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/Geographis/article/view/9925>

<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/Geographis/article/view/10866>

<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/Geographis/article/view/9631>

JUNG, M. **LecoS – A python plugin for automated landscape ecology analysis**. Ecological Informatics, Adelaide, v. 31, p. 18-21, 2016.

KOBLITZ, R.; PEREIRA JUNIOR, S. J.; AJUZ, R. C. **Ecologia de Paisagens e Licenciamento Ambiental**. Natureza & Conservação, Goiânia, v. 9, n. 2, p. 244-248, 2011.

KREMEN, C.; MERENLENDER, A.M. **Landscape that work for biodiversity and people**. Science, v. 362, v. 6412, p.1-9, 2018.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da Paisagem com SIG**. Tradução: Hermann Kux, São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LIU, Y.; WEI, X.; LI, P.; LI, Q. **Sensitivity of correlation structure of class- and landscape- level metrics in three diverse regions**. Ecological Indicators, Coimbra, v. 64, p.9-19, 2016.

LUSTIG, A. STOUFFER, D. B.; ROIGÉ, M.; WORNER, S. P. **Towards more predictable and consistent landscape metrics across spatial scales**. Ecological Indicators, Coimbra, v. 57, p. 11-21.

MANDER, E.U.U.; MARJA, R. **Trends in the use of landscape spatial metrics as landscape indicator: A review**. Ecological Indicators, Coimbra, v. 28, p. 100-106, 2013.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. v. 351. 122 p. Disponível em: <https://www.fs.fed.us/pnw/pubs/gtr_351.pdf>. Acesso em: 27 de junho 2020.

METZGER, J. P. **O que é ecologia de paisagens?** Biota Neotropica, Campinas, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2001.

METZGER, J.O.; FONSECA, M. A. da.; OLIVEIRA FILHO, F. J. B. de; MARTENSEN, A. C. **O uso de modelos em ecologia de paisagens**. Megadiversidade, Belo Horizonte, v. 3, n.1-2, p. 64-73, 2007.

MIZAE, A. M. B. ; SILVEIRA, W. O. ; SILVA, M.D. **Reconhecimento quantitativo da paisagem que envolve o parque nacional da Lagoa do Peixe, RS, Brasil**. Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes, v. 6, p. 23-29, 2016.

MORANDI, D. T.; MENEZES, E. S.; FRANCA, L. C. J.; MUCIDA, D. P.; SILVEIRA, L. P.; SILVA, M. D. **Diagnóstico da antropização em área de preservação permanente em segmento do Rio Jequitinhonha (MG)**. BIOFIX SCIENTIFIC JOURNAL (ONLINE), v. 3, p. 252, 2018.

MORANDI, D.T.; FRANÇA, L. C. J.; MENEZES, E. S.; MACHADO, E.L.M.; SILVA, M.D.; MUCIDA, D.P. **Delimitation of ecological corridors between conservation units in the Brazilian Cerrado using a GIS and AHP approach**. Ecological Indicators, v. 115, 2020.

NIESTEROWICZ, J.; STEPINSKI, T. F. **On using landscape metrics for landscape similarity search**. Ecological Indicators, Coimbra, v. 64, p. 20-30, 2016.

NOWOSAD, J.; STEPINSKI, T. F. **Global inventory of landscape patterns and latent variables of landscape spatial configuration**. Ecological Indicators, Coimbra, v. 89, p. 159-167, 2018.

OCKENDON, N; THOMAS, D. H. L.; CORTINA, J.; ADAMS, W. M.; AYKROYD, T.; BAROV, B.; BOITANI, L.; BONA, A.; BRANQUINHO, C.; BROMBACHER, M.; BURELL, C.; CARVER, S.; CRICK, H. Q. P.; DUGUY, B.; EVERETT, S.; FOKKENS, B.; FULLER, R. J.; GIBBONS, D. W.; SUTHERLAND, W. J. **One hundred priority questions for landscape restoration in Europe**. Biological Conservation, Montpellier, v. 221, p. 198-208, 2018.

OLIVEIRA, J.; PRADO FILHO, J. F.; SILVA, M.D. **Análise espacial como suporte ao planejamento ambiental da região do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais**. GEOGRAPHIA MERIDIONALIS, v. 3, p. 134-136, 2017.

PAUDEL, S.; YUAN, F. **Assessing landscapes changes and dynamics using patch analysis and GIS modeling**. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Enschede, v. 16, p. 66-76, 2012.

PENG, Y.; FENGTING QING, K. M.; XUE, D. **Identification of the main factors determining landscape metrics in semi-arid agro-pastoral ecotone**. Journal of Arid Environments, Trelew, v. 124, p. 249-256, 2016.

PINHEIRO, R. M.; SILVA, M. D. **Paisagens ameaçadas da restinga da Lagoa dos Patos (RS): ecologia da paisagem como contribuição para o zoneamento ecológico econômico do Litoral Médio**. GEOGRAPHIA MERIDIONALIS, v. 4, p. 269, 2019.

PIVELLO, V. R.; METZGER, J. P. **Analysis of the research on Landscape Ecology in Brazil (2000-2005)**. Biota Neotrópica, Campinas, v. 7, n. 3, 2007.

PIVELLO, V.R.; METZGER, J.P. **Diagnóstico de pesquisa em ecologia de paisagens no Brasil**. Biota Neotropica, v. 7, n. 3, p. 21-29, 2007.

REMPEL, R. S.; KAUKINEN, D.; CARR, A. P. **Patch Analyst and Patch Grid**. Ontario Ministry of Natural Resources. Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario, 2012.

RITTER, L. M. O.; MORO, R. S. **Epistemological bases of landscape ecology**. Journal of Biotechnology and Biodiversity, Gurupi, v. 3, n.3, p. 58-61, 2012.

SANTOS, A.R.; RIBEIRO, C. A. A. S.; PELUZIO, T. M. de O.; PELUZIO, J. B. E.; QUEIROZ, V. T. de.; BRANCO, E. R. F.; LORENZON, A. S.; DOMINGUES, G. F.; MARCATTI, G. E.; CASTRO, N. L. M. de.; TEIXEIRA, T. R.; SANTOS, M. G. A. D. A. dos; MOTA, P. H. S.; SILVA, S. F. da.; VARGAS, R.; CARVALHO, J. R.; MACEDO, L. L.; ARAÚJO, C. da S.; ALMEIDA, S. L. H. de. **Geotechnology and landscape ecology applied to the selection of potential forest fragments for seed harvesting.** Journal of Environmental Management, Sint-Katelijne-Waver, v. 183, p. 1050-1063, 2016.

SILVA, FLÁVIA MILÃO; SILVA, M. D. **Análise do estado de decomposição e fragmentação da paisagem costeira (abordagem geográfica) do Rio Grande do Sul - Brasil.** GEOGRAPHIA MERIDIONALIS, v. 3, p. 321-348, 2018.

SILVA, M.D.; LIMA, M. P. R. **Efeito espacial do pinus na paisagem do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, RS.** Geographia Meridionalis, v. 2, p. 194, 2016.

SIQUEIRA, M. N.; CASTRO, S. S.; FARIA, K. M. S. **Geografia e Ecologia da Paisagem: pontos para discussão.** Sociedade & Natureza, v. 25, n.3, p. 557-566, 2013.

URBAN, D. L.; O'NEILL, R. V.; SHUGART, H. H. **Landscape Ecology: a hierarchical perspective can help scientists understand spatial patterns.** BioScience, New Mexico, v. 37, p. 119-127, 1997.

VERONESE, J. V.; ROCHA, C. H. B.; SILVA, M. D. **Análise de índices de ecologia da paisagem do núcleo Atalaia-Dama Branca - PECSol, RJ, Brasil.** GEOGRAPHIA MERIDIONALIS, v. 5, p. 68-86, 2019.

CAPÍTULO 2

AÇÕES ESTRATÉGICAS PARA AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: MAPEAMENTO EM ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 05/08/2020

Allana Fonseca de Souza

Instituto Federal do Amapá, Tecnóloga em
Gestão Ambiental
Laranjal do Jari, Amapá
<http://lattes.cnpq.br/5312004263225795>

Alyson Brendo Bezerra da Silva

Instituto Federal do Amapá, Tecnólogo em
Gestão Ambiental
Laranjal do Jari, Amapá
<http://lattes.cnpq.br/5174318205438641>

Alexsandro dos Santos Reis

Universidade Federal de Pernambuco, Mestre
em Engenharia Civil e Ambiental
Laranjal do Jari, Amapá
<http://lattes.cnpq.br/1713969083663608>

Letícia Milena Gomes de Carvalho

Instituto Federal do Amapá, Tecnologia em
Gestão Ambiental
Laranjal do Jari, Amapá
<http://lattes.cnpq.br/4581787909385664>

Carla Samara Campelo de Sousa

Instituto Federal do Amapá, Mestre em
Ciências florestais
Laranjal do Jari, Amapá
<http://lattes.cnpq.br/4954779040618949>

Diego Armando Silva da Silva

Instituto Federal do Amapá, Doutor em
Ciências florestais
Laranjal do Jari, Amapá
<http://lattes.cnpq.br/7306351915828921>

RESUMO: As inundações representam uma verdadeira ameaça para as populações, sobretudo nas áreas periféricas, uma vez que as deficiências em questões relacionadas às vertentes do saneamento básico ainda são bastantes presentes, a exemplo, do saneamento básico. Os problemas relacionados às inundações ocorrem principalmente devido chuvas rápidas e fortes, chuvas intensas de longa duração, degelo nas montanhas e outros eventos climáticos, sendo intensificados pelas alterações ambientais e intervenções urbanas de origem antrópica. O presente trabalho teve como objetivo identificar e mapear as áreas de riscos suscetíveis a inundações na zona urbana do município de Laranjal do Jari-AP. Para isto, foram realizados o download de arquivos do tipo shapefile e raster site do IBGE, em seguida os arquivos foram tratados e gerados mapas no programa Qgis versão 3.4.15. Conforme os resultados obtidos foram identificados quatro principais áreas com riscos de inundações no município, sendo os bairros: Malvinas, Samaúma, Santarém e Três Irmãos. Essas áreas têm como característica serem consideradas bairros periféricos, estarem localizadas as margens do rio e em áreas topograficamente mais baixas, sendo o bairro Malvina, o mais atingido com inundações que causam grandes prejuízos as comunidades. Assim, o mapeamento das áreas de risco se torna relevante pois podem subsidiar na construção de planos de ações preventivas e estratégicas que visem minimizar os impactos decorrentes de inundações.

PALAVRAS-CHAVE: Crescimento Populacional, Desastre Natural, Geoprocessamento.

STRATEGIC ACTIONS FOR CLIMATE CHANGE: MAPPING IN FLOOD RISK AREAS

ABSTRACT: Floods represent a real threat to populations, especially in peripheral areas, since deficiencies in issues related to basic sanitation aspects are still quite present, for example, basic sanitation. The problems related to floods occur mainly due to rapid and heavy rains, intense long-term rains, melting in the mountains and other climatic events, being intensified by environmental changes and urban interventions of anthropic origin. The present work had as objective to identify and map the areas of risks susceptible to floods in the urban zone of the municipality of Laranjal do Jari-AP. For this, IBGE shapefile and raster site files were downloaded, then the files were treated and maps were generated in the Qgis program version 3.4.15. According to the results obtained, four main areas with flood risk in the municipality were identified, being the neighborhoods: Malvinas, Samaúma, Santarém and Três Irmãos. These areas have the characteristic of being considered peripheral neighborhoods, being located on the banks of the river and in topographically lower areas, with the Malvina neighborhood being the most affected with floods that cause great damage to communities. Thus, the mapping of risk areas becomes relevant because they can support the construction of preventive and strategic action plans that aim to minimize the impacts resulting from floods.

ABSTRACT: Population Growth, Natural Disaster, Geoprocessing.

1 | INTRODUÇÃO

O ciclo da água está diretamente ligado ao clima. Assim, mudanças no clima que alterem o regime de chuvas podem provocar o aumento da ocorrência de eventos hidrológicos extremos, como inundações e longos períodos de seca. Esses eventos afetam a oferta de água, ameaçando o suprimento de recursos hídricos para todos.

Esses eventos podem desencadear inúmeros fenômenos naturais, entre eles as inundações, que ocorrem quando a vazão ultrapassa o limite de escoamento das águas dos rios e lagos que podem ser potencializadas pela ação antrópica, através de atividades como o desmatamento, uso agrícola, obras hidráulicas e da urbanização (FERREIRA; BOTH, 2001).

As inundações estão relacionadas com a dificuldade da infiltração natural nos solos urbanos devido à compactação e impermeabilização, pavimentação de ruas e construção de calçadas, reduzindo a superfície de infiltração, bem como a crescente ocupação das áreas de ressacas que são consideradas como canais naturais, atuando como receptoras das águas pluviais (PORTILHO, 2010).

A crescente ocupação das áreas de ressacas é um dos desafios atualmente e consequência da ocupação desordenada das populações. Essas áreas se configuram nas mais susceptíveis a risco de inundações, pois são aquelas nas beiras dos rios e igarapés, que apesar de serem protegidas por lei (Lei Federal nº 12.651/2011), se tornam muitas vezes a única opção para moradia e sustento da família.

A região do vale do Jari, área fronteira situada entre os estados do Pará e Amapá, é banhada pelo Rio Jari, cujo histórico de ocupação está associado ao projeto Jari Celulose, um grande projeto na Amazônia que permitiu o desenvolvimento local, mas também originaram ocupações desordenadas as margens do rio, dando origem à maior favela fluvial do mundo localizada no município de Laranjal do Jari/AP.

Em virtude dessa ocupação a área é considerada de vulnerabilidade a eventos naturais extremos, principalmente enchentes e alagamentos urbanos de grandes proporções que afetam diretamente a população e resultam em danos materiais e prejuízos socioeconômicos (MARQUES,2008).

Uma das ferramentas essenciais para o conhecimento das áreas susceptíveis às inundações é o mapeamento das áreas atingidas por determinada inundação, consistindo em um dos pilares das medidas não estruturais para prevenção de desastres naturais. A disponibilidade de mapas de risco de inundações permite orientar a implantação das infraestruturas necessárias às atividades humanas, uma vez que permite estruturar zoneamentos e ações de planejamento e gerenciamento (KOBAYAMA, 2006).

Os mapas de inundação fornecem informações quanto às áreas de risco, por meio de registros passados da ocorrência do fenômeno vinculado a dados obtidos através das ferramentas de geotecnologias, contribuindo para o melhor conhecimento destas áreas, a previsão dos futuros níveis a serem alcançadas, respostas de emergência e no gerenciamento de desastres, bem como o planejamento e desenvolvimento destas áreas em longo prazo (RABINDRA; SHIGENOBU; TOSHIKAZU, 2008).

Dessa forma, para que o planejamento e a fiscalização das ocupações das áreas urbanas obedeçam a critérios de segurança relacionados às inundações, é necessário que as administrações públicas municipais disponham de instrumentos confiáveis de restrição para o monitoramento dessas áreas. Nesse sentido, o presente trabalho buscou identificar áreas suscetíveis a inundação na região do Vale do Jari.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Criado pela lei federal nº 7.639, de 17 de dezembro de 1987, o município de Laranjal do Jari, localiza-se na região sudoeste (figura 1) do estado do Amapá, distante da capital Macapá 265 quilômetros pela BR-156. Trata-se do terceiro maior município do Amapá com uma área de aproximadamente de 30.782,998 km e população em torno de 49.446 habitantes (IBGE, 2018).

O município apresenta clima tropical chuvoso, com temperatura média de 32,6° C e mínima de 28° C. Os valores mensais e anuais de temperatura apresentam uma baixa amplitude térmica, sendo que o trimestre mais quente ocorre nos meses (Set – Out – Nov) e o trimestre mais frio compreendendo o período (Fev – Mar – Abr), típicos da Amazônia Oriental (SOBRINHO et al., 2013). A Precipitação ocorre nos meses de dezembro a agosto, em torno de 2347mm e a estação seca inicia no mês de setembro e vai até a metade do mês de dezembro, quando podem haver temperaturas mais altas.

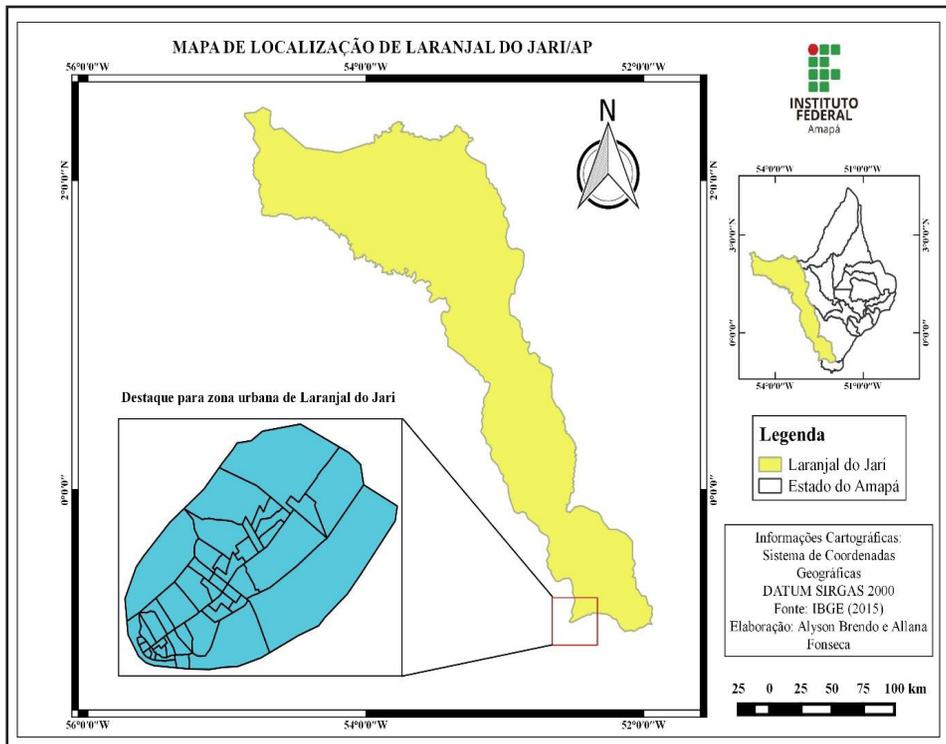


Figura 1: Mapa de localização do Município de Laranjal do Jari, estado do Amapá.

Fonte: Bezerra e Souza, 2020.

Para identificar e caracterizar as áreas suscetíveis às inundações, foram realizados levantamentos de informações, sendo um dos principais instrumentos de coletas de dados através das visitas a órgãos do município, como Defesa Civil do estado e Secretaria de Meio Ambiente (SEMA), onde se deu a utilização dessas informações para seleção das áreas.

Para elaboração dos mapas foi realizado download da base de dados geográficos de arquivos do tipo shape file do site do IBGE. A imagem de satélite utilizada para confecção do mapa é de propriedade do exército do ano de 2016 e obtida do satélite Ikonos.

Após o levantamento das informações, foi realizada uma triagem, priorizando as mais relevantes cientificamente. Com base nesses dados e em observações de campo, foi possível cruzar os dados e obter os resultados.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cidade de Laranjal do Jari sofre por diversos impactos em virtude de inundações que acontecem em sua localidade, devido ao aumento das águas do Rio Jari, mas

especificamente na sua parte baixa, onde está localizada a maior parte de sua população. Esses moradores convivem com a dinâmica do rio Jari, que em períodos de inverno eleva o nível do rio e assim ocasiona impactos na sua população.

Um dos maiores problemas enfrentados no município é o crescimento desordenado da população de baixa renda, advindas de cidades vizinhas ou mesmo de outras regiões. Um bairro que apresenta essa característica é o bairro Samaúma (Figura 03), localizado as margens do Rio Jari, e considerado uma área rural por ser um local afastado do perímetro urbano.

Os moradores instalados neste local não possuem infraestrutura adequada de moradia, saneamento básico e saúde. Esse bairro apresenta grande vulnerabilidade a inundações (OLIVEIRA, 2014).

No entanto os moradores relatam que não iriam conseguir viver em outro lugar, por já estarem completamente habituados com o local onde residem, visto que, seu sustento está diretamente ligado ao rio Jari, onde praticam a pesca e atividades relevantes para o auxílio financeiro das famílias.

Inicialmente, com base no histórico de inundação da área foram selecionados e mapeados 3 (três) bairros locais: Centro, Malvinas e Três Irmãos (figura 2), para posterior instalação de um sensor para identificar áreas suscetíveis a inundação.

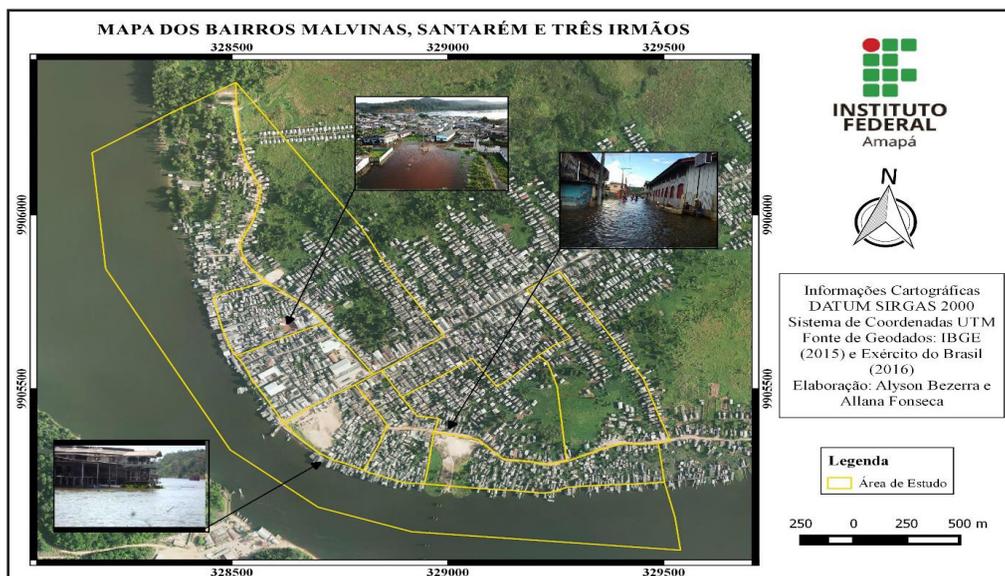


Figura 2 - Mapa de identificação das áreas de riscos a inundação no Município de Laranjal do Jari – AP.

Fonte: Bezerra e Souza (2020)

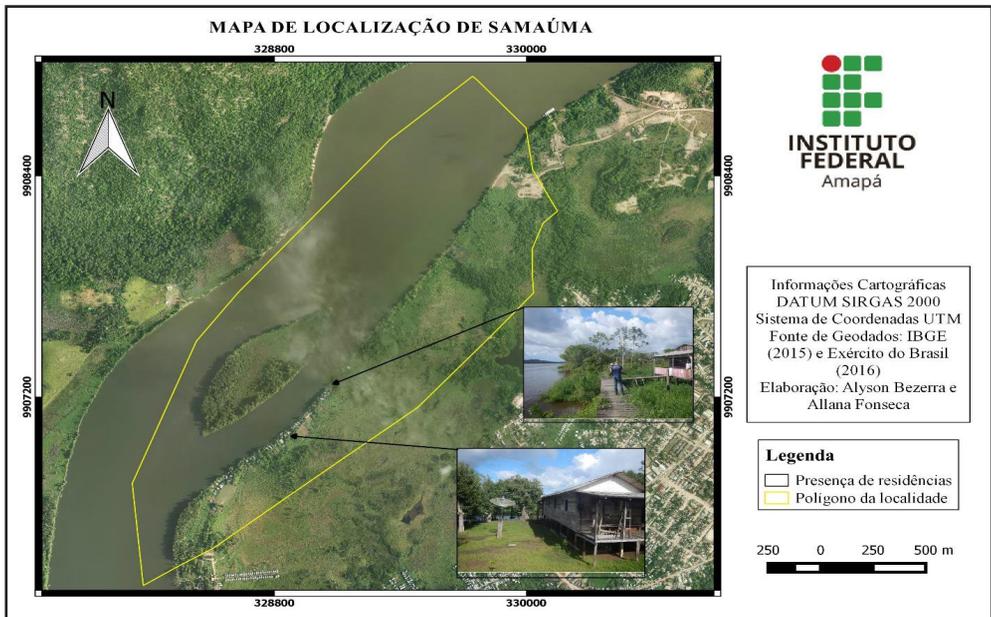


Figura 3 - Mapa de identificação do bairro Samaúma no município de Laranjal do Jari-AP.

Fonte: Bezerra e Souza (2020).

A localização da cidade de Laranjal do Jari indica que há um potencial nível de vulnerabilidade de inundações e alagamentos em decorrência da geomorfologia do rio, principalmente a jusante da Cachoeira de Santo Antônio; características físicas da bacia (com rápidas respostas hídricas em relação à precipitação); declividade média acentuada à montante; sinuosidade do canal a jusante; uso e ocupação inadequados do solo (urbanização) na margem esquerda do rio; características de alteração do perfil da variabilidade climática na bacia (eventos extremos cada vez mais recorrentes, da ordem de 4 ou 6, com características semelhantes aos ocorridos em 2000 (Cunha, 2008; Souza et al., 2010).

Sendo caracterizado por áreas com várias moradias próximas ao rio, o município na sua formação atraiu imenso fluxo migratório, culminando em ocupações desordenadas e insalubridade ambiental, que se desdobrou na formação de uma favela fluvial de largas proporções.

Esses moradores por estarem neste local são os mais afetados pelos fenômenos naturais, principalmente com prejuízos físicos e financeiros, os mais recorrentes são de pessoas desalojadas, desabrigadas, deslocadas, algumas levemente feridas por quedas causadas nas passarelas em más condições e os danos materiais com as casas populares, pontos comerciais e ruas danificadas.

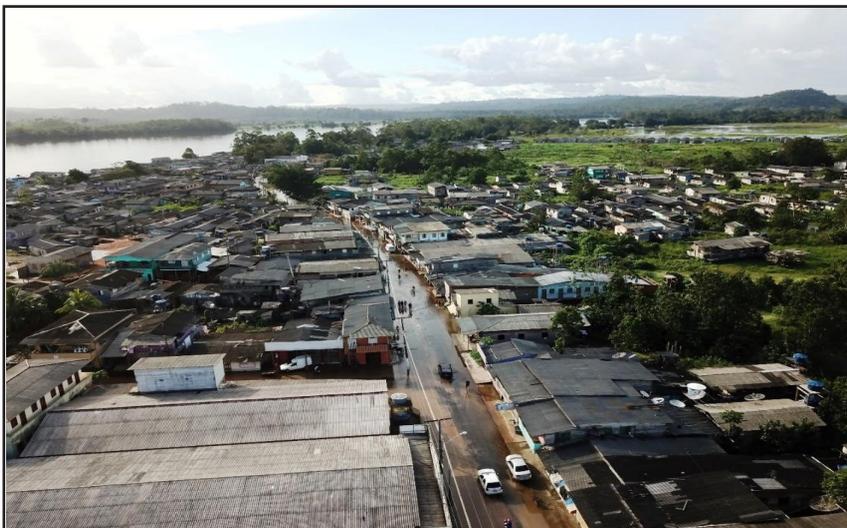


Figura 3: Inundação na parte do Centro do município de Laranjal do Jari (AP).

Fonte: Selesnafes (2018).

Foram verificadas que as áreas que são inundadas na zona urbana de Laranjal do Jari ocorrem onde estão situadas as casas, comércio, escolas entre outros estabelecimentos, tanto nas palafitas à beira do rio como no centro, em que o setor das moradias são as que se encontram em áreas de maior risco (Figura 4).

Para Oliveira (2014) esses acontecimentos são decorrentes da própria situação do convívio das aglomerações. Nesses locais frequentemente ocorrem às inundações, pois as condições de escoamento de águas das chuvas e pluviais, geotécnicas do terreno, que se mostram impróprias para construção, sem antes passar por um processo de aterramento favorecem esses acontecimentos.



Figura 4: Imagem ilustrativa do Bairro Malvinas inundada no município de Laranjal do Jari-AP.

Fonte: Selesnafes (2018).

De acordo com as informações obtidas nos órgãos e observação em campo, foi verificado que as áreas caracterizadas como de risco, sendo aquelas com maior probabilidade de ser inundada, na zona urbana de Laranjal do Jari, foram identificadas as mais atingidas pelas inundações que são bairros Samaúma, Malvinas, Centro, Três Irmãos, Santarém, Sagrado Coração de Jesus e Mirilândia.

Segundo a Defesa Civil, a elevação no nível do rio ocorre devido a intensidade das chuvas, coincidindo com a lua nova e o aumento da maré. Sendo assim, o trabalho de campo realizado no período em que são observadas as cheias do rio Jari (mês de abril), foi realizado no sentido de observar a influenciada maré no rio Jari, tendo como ponto de observação da régua instalada pela CEDEC/AP, no porto das catraias, localizado no aglomerado Santarém (Figura 5).

Dessa forma, a curva de maré observada indica que na área de estudo existe além da morfologia do relevo, da precipitação e dos fenômenos climáticos como variáveis que influenciam nas inundações, que podem potencializar uma ameaça, aumentando assim a vulnerabilidade da área, uma vez que, o ciclo diário deste fenômeno retarda o escoamento das águas para o leito principal do rio num evento de inundação (OLIVEIRA, 2014). De fato, a área de estudo apresenta fatores físicos que a tornam propícias para eventos ligados ao fenômeno de inundação, uma vez que, tais ameaças aumentam consideravelmente com os períodos de maior precipitação.

Em períodos de elevada precipitação pluviométrica iniciado pelo mês de dezembro com previsão de término em junho, sendo o mês de maio com média de 325 mm, o mapeamento das áreas afetadas pelas inundações, a definição de estratégias preventivas e de contingência para a Defesa Civil, além de estratégias para o planejamento da ocupação das áreas de risco mostradas nas fig. 3 e 4, pode-se destacar o benefício de um sensor para esses eventos, pois os órgãos competentes e a população poderão receber este alerta e muitos desastres como danos físicos e materiais irão ser evitados.



Figura 5 - Ponto de observação da régua instalada pela Defesa Civil.

Fonte: Selesnafes (2018).

Conforme recomenda Tucci (2007), a utilização de mapas de inundação é essencial para definir as regras de construção e ocupação das áreas de alto risco, devendo obrigatoriamente ser implementados no plano diretor e código de obras dos municípios. Desta forma, a presente pesquisa propõe que sejam realizados estudos mais específicos e detalhados para subsidiar ações estratégicas pelo poder público.

4 | CONCLUSÃO

As inundações no vale do Jari são fenômenos naturais recorrentes, que causam impactos significativos sobre as áreas e residências atingidas. Assim, estudos de mapeamento de inundações são importantes para a sociedade e para o poder público, uma vez que contribuem para prevenir, reduzir e mitigar danos socioeconômicos e ambientais ocasionados pela passagem desta eventualidade.

Os fenômenos relacionados às precipitações são difíceis de ser controlada, por isso a necessidade de conhecer a que tipo de vulnerabilidade as pessoas residentes nessas áreas estão expostas, para que sejam realizadas ações no sentido de diminuí-las e conhecer melhor o nível de vulnerabilidade a que esses habitantes são expostos, para que assim os instrumentos de políticas públicas sejam mais eficazes.

REFERÊNCIAS

CUNHA, A. C., Souza, E.B. E Cunha, H. F. A. (Orgs). Tempo, Clima E Recursos hídricos: Resultados Do Projeto REMETAP no Estado do Amapá. Macapá: IEPA, 2010. 219-215 p.

FERREIRA, E. R.; BOTH, G. C. **Estudo das enchentes no Vale do Taquari: causas e propostas de controle.** In: MEEP, 4. Lajeado. Anais... Lajeado: UNIVATES, 2001. 171 p.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D.A.; MARCELINO, I.P.V.O.; MARCELINO, E.V.; GONÇALVES, E.F.; BRAZETTI, L.L.O; GOERL, R.F.; MOLLERI, G.S.F.; RUDORFF, F.M. **Prevenção de desastres naturais: Conceitos básicos.** Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006.

LINS, C. JARI, 70 anos de História. 3. ed. Rio de Janeiro: Data forma, 304p. 2001.

MAKRAKIS, M. C. Mapeamento e análise das áreas suscetíveis a inundações do município de Lages-SC. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

Marcelino, E. V., Nunes, L. H., Kobiyama, M. Mapeamento de Risco de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina. Caminhos da Geografia (UFU), Uberlândia, 2006, v.7, n.17, p.72-84.

Marques, A. D, Cunha, A. D. Valoração de danos socioeconômicos causados por inundações no Município de Laranjal do Jari-AP no ano de 2000. XI Congresso Brasileiro de Meteorologia. Anais em CD-ROM, São Paulo-SP, 2008.

OLIVEIRA, S. M. Vulnerabilidade social à inundações e suas conexões com o plano diretor do município de Laranjal do Jari, Amapá. Universidade Federal do Amapá- UNIFAP. p.33 Macapá. 2014.

Paixão, E. do S. de B. 2016. Revista de Gestão e Secretariado- GeSe, São Paulo. v. 7, n. 2, p 80-103, maio/ ago.

PORTILHO, I. D. S. **Áreas de ressaca e dinâmica urbana em Macapá – AP.** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2010.

RABINDRA, O.; SHIGENOBU, T.; TOSCHIKAZU, T. **Flood hazard mapping in developing countries: problems and prospects.** Disaster Prevention and Management, v.17, n.1, p.104-113, 2008.

Tucci, C. M. Inundações urbanas – Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos: p. 393, 2007.

Tucci, C.E.M., Bertoni, J.C., Inundações Urbanas na América do Sul, Porto Alegre: ABRH, 2003, 150p.

CAPÍTULO 3

MAPEAMENTO DO DESMATAMENTO E DEGRADAÇÃO FLORESTAL NO ESTADO DO MATO GROSSO, AMAZÔNIA BRASILEIRA, UTILIZANDO IMAGENS FRAÇÃO DERIVADAS DAS IMAGENS OLI DO LANDSAT-8

Data de aceite: 01/10/2020

Yosio Edemir Shimabukuroa

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Divisão de Sensoriamento Remoto
<http://lattes.cnpq.br/1913003589198061>

Andeise Cerqueira Dutraa

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Divisão de Sensoriamento Remoto
<http://lattes.cnpq.br/8734553235868564>

Egídio Arai

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Divisão de Sensoriamento Remoto
<http://lattes.cnpq.br/0049390900009593>

Erone Ghizoni dos Santosb

Universidade de Helsinque, Departamento de Geociências e Geografia
<http://lattes.cnpq.br/5844204852760155>

Yhasmin Mendes de Moura

Royal Society Newton International Fellow, Centre for Landscape and Climate Research (CLCR), University of Leicester, University Road
<http://lattes.cnpq.br/8755884294475275>

Valdete Duarte

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Divisão de Sensoriamento Remoto
<http://lattes.cnpq.br/4428139038250634>

RESUMO: Desmatamento é a substituição da floresta por outra cobertura da terra enquanto que a degradação é uma modificação da cobertura florestal a longo prazo. Na Amazônia brasileira a degradação florestal é causada principalmente pelas atividades de exploração seletiva da madeira e queimadas descontroladas, e a sua contribuição para o cálculo da emissão de carbono continua a ser um desafio. A discriminação entre áreas afetadas por corte seletivo e fogo é importante para o programa do REDD+ (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal) da UNFCCC (Convenção-quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas). Neste contexto, este trabalho apresenta um procedimento semi-automatizado para mapeamento do desmatamento e da degradação florestal na Amazônia brasileira utilizando imagens fração derivadas do Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME). Imagens do sensor OLI (*Operational Land Imager*) a bordo do satélite Landsat-8 referentes ao ano de 2015 e cobrindo o estado do Mato Grosso na Amazônia brasileira foram utilizadas no método proposto. Primeiramente, a abordagem consiste em mapear áreas de desmatamento e as áreas de florestas degradadas pelo fogo utilizando segmentação das imagens fração. Em seguida, as áreas degradadas por exploração seletiva da madeira são mapeadas usando um classificador baseado em pixel. Os resultados mostraram que 1.685,75km², 7.830,66km² e 6.959,93km² foram as áreas classificadas como desmatadas, degradadas por corte seletivo e degradadas pelo fogo, respectivamente, no Mato Grosso em 2015. Conclui-se que a resolução espacial das

imagens desempenha um papel importante para o mapeamento de áreas de corte seletivo da madeira, já que o tamanho dos pátios e carregadores utilizados para o arraste das árvores cortadas são menores do que a resolução espacial das imagens OLI.

PALAVRAS-CHAVE: Imagens Fração, Degradação Florestal, Áreas Queimadas, Corte Seletivo, Região Amazônica.

DEFORESTATION AND FOREST DEGRADATION MAPPING IN THE STATE OF MATO GROSSO, BRAZILIAN AMAZON, USING FRACTION IMAGES DERIVED FROM LANDSAT-8 OLI IMAGES

ABSTRACT: Deforestation is the replacement of the forest by another land cover while degradation is a long-term modification of forest cover. In the Brazilian Amazon, forest degradation is mainly caused by the activities of selective logging and uncontrolled fire, and its contribution to the calculation of carbon emissions remains a challenge. Discrimination between areas affected by selective logging and burning is important for the UNFCCC REDD+ (Reduction of Emissions from Deforestation and Forest Degradation) program. This work presents a semi-automated procedure for mapping deforestation and forest degradation in the Brazilian Amazon using fraction images derived from the Linear Spectral Mixture Model (LSMM). Landsat-8 OLI (Operational Land Imager) images, onboard Landsat-8 satellite, acquired in 2015 covering the state of Mato Grosso in the Brazilian Amazon were used in the proposed method. First, the approach mapped areas of deforestation and areas degraded by fires using segmentation of the fraction images. Then, the areas degraded by selective logging were mapped using a pixel-based classifier. The results showed that 1,685.75km², 7,830.66km² and 6,959.93km² were classified as deforested areas, areas degraded by selective logging and areas degraded by fire, respectively, in Mato Grosso in 2015. It is concluded that the spatial resolution plays an important role for mapping areas of selective logging, since the size of the stocking plots and exploration roads used for dragging the logged trees are smaller than the spatial resolution of the OLI images.

KEYWORDS: Fraction Images, Forest Degradation, Burned Areas, Selective Logging, Amazon Region.

1 | INTRODUÇÃO

O desmatamento é a segunda maior fonte de emissões de gases de efeito estufa, após a queima de combustíveis fósseis (LE QUÉRÉ et al., 2009). A degradação florestal é definida como distúrbios a longo prazo em áreas florestais (SIMULA, 2009), causados principalmente por extração seletiva de madeira e incêndios florestais (SOUZA et al., 2005; ASNER et al., 2009; EVA et al., 2012; BERENQUER et al., 2014), e que resulta na redução da cobertura do dossel, na diminuição dos serviços ecossistêmicos e mudanças na composição das espécies devido à intensidade de exploração, invasão exótica, fogo ou outros tipos de perturbação (ALCAMO et al., 2005; LUND, 2009). A degradação florestal representa até 40% das emissões brutas do desmatamento na Amazônia Brasileira (ARAGÃO et al., 2014). No entanto, as estimativas de emissões não consideram o impacto

da degradação que ocorre nas florestas causada pela exploração seletiva de madeira e pelo fogo (ACHARD et al., 2014). Além disso, distúrbios na floresta podem ser um precursor do desmatamento (ASNER et al., 2006; NUMATA et al., 2010) uma vez que a floresta pode ser degradada por alguns anos, e em seguida ser desmatada.

Por sua vez, o desmatamento é definido como corte total da floresta e posterior conversão para outro uso da terra (INPE, 2008). O desmatamento causa, entre outros problemas, a fragmentação do habitat, o que deixa a floresta remanescente mais vulnerável a efeitos de borda, como o fogo. Em consequência, os eventos de incêndio acontecem com mais frequência na fronteira das atividades de desmatamento. Além disso, o desmatamento florestal causa uma mudança abrupta no uso e cobertura da terra causando normalmente maior emissão de carbono por hectare (WATSON et al., 2018), enquanto que o impacto da degradação florestal permanece incerto no ciclo do carbono, tornando difícil a inclusão dos efeitos da degradação florestal nas projeções climáticas (RAMANKUTTY et al., 2007).

Em princípio, cada tipo de floresta tem uma particularidade que causa a dificuldade de estimar áreas de degradação florestal, uma vez que um alto impacto em um tipo de floresta pode não atingir a mesma intensidade em outro tipo de floresta (SASAKI e PUTZ, 2009). Segundo Asner et al. (2005), as atividades de exploração seletiva de madeira causam degradação na floresta que varia de acordo com sua intensidade, ou seja, uma exploração madeireira de alta intensidade pode ocasionar a mortalidade de aproximadamente 30 árvores maiores que 10 cm em diâmetro para cada árvore extraída da floresta quando a cobertura do dossel é reduzida a menos de 50% (UHL e VIEIRA, 1989; VERÍSSIMO et al., 1992; UHL et al., 1997). Além disso, Morton et al. (2013) mostraram que entre 1999 e 2010, cerca de 85.500 km² da região Amazônica Oriental sofreu degradação florestal causada por incêndios, concentrados no estado do Mato Grosso e no sul do Pará. Quantificando mudanças nas alturas das árvores e biomassa florestal pós-incêndio, no oeste da região da Amazônia Brasileira, Sato et al. (2016) mostraram que em 10 anos as áreas afetadas não se recuperaram completamente e a biomassa ficou em torno de 6,71% a 22,69% menor na floresta degradada quando comparada com a floresta intacta. Comparando os efeitos do fogo e extração seletiva de madeira no Pará, verificou-se que para a atividade de corte seletivo moderado houve uma perda de 35 m³ha⁻¹ de madeira, enquanto que em áreas com exploração intensiva de madeira houve uma redução de 69 m³ha⁻¹. Para os incêndios florestais de intensidade moderada, a perda de madeira foi igual ao encontrado nas explorações intensivas da madeira, enquanto que em incêndios intensos houve uma redução de 83% do total de árvores (GERWING, 2002). Isso mostra a importância de discriminar a degradação florestal causada pela exploração seletiva da madeira e a degradação florestal causada pelo fogo.

Técnicas de Sensoriamento Remoto oferecem benefícios para monitorar a degradação florestal em áreas de difícil acesso, como regiões de floresta tropical (HEROLD e SKUTSCH, 2011). O Projeto DEGRAD (Mapeamento da Degradação Florestal na

Amazônia Brasileira) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) vem mapeando áreas florestais degradadas usando imagens do satélite Landsat TM (*Thematic Mapper*) e ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) através da interpretação visual de imagens (INPE, 2008).

Dependendo da magnitude, a degradação florestal pode ser observada por sensores orbitais com resolução espacial média. Entre as técnicas de processamento de imagem que permitem identificação de áreas com maior exposição do solo e retirada de vegetação, o Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) (SHIMABUKURO e SMITH, 1991) é um dos mais utilizados na Amazônia Brasileira (ADAMS et al., 1995; SHIMABUKURO et al., 1998; SOUZA et al., 2005; SOUZA et al., 2013). Esta técnica é utilizada para analisar os elementos dentro do pixel da imagem. A variedade de alvos presentes no pixel depende da resolução espacial dos sensores. Dessa forma, imagens orbitais de maior resolução espacial são mais propensas a apresentarem menos elementos dentro do pixel quando comparadas as imagens com resoluções espaciais menores (HOLBEN e SHIMABUKURO, 1993). Souza et al. (2005) modelaram áreas florestais considerando os elementos como sombra, vegetação, vegetação não fotossintética (NPV) e solo. Os elementos NPV e solo tem características espectrais semelhantes. Em uma floresta típica, o solo é raro e o NPV é mais comum. No entanto, em uma floresta degradada pela exploração madeireira, o solo descoberto é mais fácil incluir como componente da imagem do que o NPV. Neste contexto, vários pesquisadores descreveram o uso de sombra, vegetação e solo como componentes de imagem para modelar áreas florestais (por exemplo, SHIMABUKURO et al., 2014). Imagens fração derivadas dos sensores Landsat TM e ETM+ foram usadas para muitas aplicações em florestas tropicais, especialmente na Amazônia Brasileira, notadamente para mapeamento de áreas desmatadas usando imagens fração solo e para mapear áreas queimadas usando imagens fração sombra (SHIMABUKURO et al., 2009). Além disso, as imagens fração podem ser usadas para mapear florestas degradadas devido às seguintes características: a) imagens fração vegetação destacam as condições da cobertura florestal e permitem diferenciar entre áreas florestais e não florestais da mesma maneira que os índices de vegetação existentes (como por exemplo, Índice de Vegetação de Diferença Normalizada – NDVI e Índice de Vegetação Melhorada – EVI); b) imagens fração sombra destacam áreas com baixos valores de reflexão, como água, sombra e áreas queimadas e, conseqüentemente, permitem identificar a degradação florestal causada por queimadas; e c) imagens fração solo destacam áreas com altos valores de reflexão, como solo exposto e, também, destacam áreas menores do que o tamanho do pixel (como por exemplo, pátio de estoque e carreadores de atividades de exploração seletiva de madeira), permitindo, conseqüentemente, identificar as áreas de floresta degradada causada pela exploração seletiva de madeira. Devido ao desafio de estabelecer um método operacional e eficiente para detecção e monitoramento da degradação florestal, muitos esforços têm sido relatados usando o Modelo Linear de Mistura Espectral para mapear o corte seletivo

(ASNER et al., 2005; ANWAR e STEIN, 2012), áreas queimadas (QUINTANO et al., 2006; ANDERSON et al., 2005; SHIMABUKURO et al., 2009), degradação florestal (SOUZA et al., 2005, SHIMABUKURO et al. 2019), mudanças na cobertura da floresta associadas ao desmatamento e degradação florestal (SOUZA et al., 2013).

Nesse contexto, o principal objetivo deste trabalho é apresentar uma metodologia semi-automatizada utilizando as imagens fração para o mapeamento das áreas desmatadas, áreas de degradação florestal causadas por fogo e por corte seletivo de madeira utilizando as imagens OLI obtidas no ano de 2015 no estado do Mato Grosso. A principal contribuição deste trabalho é separar explicitamente a contribuição da degradação florestal causada por atividades de exploração seletiva de madeira e a degradação florestal causada por fogo. Essa discriminação é importante para o programa do REDD+ da UNFCCC e para redução das incertezas associadas as emissões de carbono em florestas degradadas.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de estudo corresponde ao estado de Mato Grosso, no Brasil (Figura 1), que compreende uma área de aproximadamente 903.366 km² (IBGE, 2013). Devido ao clima variável, relevo do terreno, padrões de precipitação e duração da estação seca, o estado de Mato Grosso possui um modelo natural de biodiversidade complexa, resultando nos diferentes tipos de vegetação dos biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal. Além disso, localizado parcialmente no “arco do desmatamento” na extensão sul da Amazônia Legal, é o estado que tem apresentado altas taxas anuais de desmatamento.

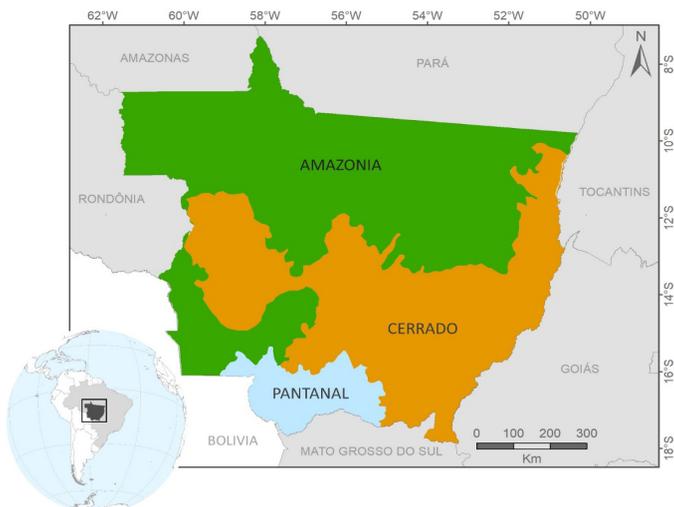


Figura 1. Localização da área de estudo, estado do Mato Grosso, em relação ao Brasil e a América do Sul.

2.2 Imagens Landsat-8 OLI

Os sensores *Operational Land Imager* (OLI) e *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) estão a bordo do Satélite Landsat-8, que apresenta 11 bandas espectrais (Tabela 1). O sensor OLI possui resolução temporal de 16 dias e resolução espacial de 30 metros (exceto na banda 8), além de apresentar 12 bits de resolução radiométrica. Para este trabalho, foram utilizadas as imagens do sensor OLI adquiridas durante a estação seca, de agosto a novembro, de 2015.

Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS) Launched February 11, 2013	Bands	Wavelength (μm)	Resolution (m)
	Banda 1 – Coastal aerosol	0.43 – 0.45	30
	Banda 2 – Blue	0.45 – 0.51	30
	Band 3 - Green	0.53 – 0.59	30
	Banda 4 – Red	0.64 – 0.67	30
	Banda 5 – Near Infrared (NIR)	0.85 – 0.88	30
	Banda 6 – SWIR 1	1.57 – 1.65	30
	Banda 7 – SWIR 2	2.11 – 2.29	30
	Banda 8 – Panchromatic	0.50 – 0.68	15
	Banda 9 – Cirrus	1.36 – 1.38	30
	Banda 10 – Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 – 11.19	100
	Banda 11 – Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 – 12.51	100

Tabela 1. Características dos sensores OLI e TIRS a bordo do satélite Landsat-8.

2.3 Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME)

MLME assume que o pixel é composto de uma mistura espectral de objetos que se encontram na superfície inseridas dentro da resolução espacial do pixel, com base no princípio de que o pixel é formado por combinações lineares das respostas dos elementos contidos dentro dele (SHIMABUKURO e SMITH, 1991; SETTLE e DRAKE, 1993; ADAMS et al., 1993).

Matematicamente, o modelo é representado por um sistema de equações lineares. Dessa maneira, o propósito do modelo é resolver esse sistema para cada pixel da imagem, obtendo as proporções desses componentes, conhecendo suas respostas espectrais. Desta forma, as imagens fração são obtidas para cada componente, representando a sua proporção no pixel correspondente aos dados originais (SHIMABUKURO e SMITH, 1991).

É muito importante selecionar adequadamente os componentes e suas respostas espectrais, uma vez que eles têm uma influência considerável sobre a precisão do resultado do modelo (TOMPKINS et al., 1997). Se o número de componentes e suas

respostas espectrais forem corretamente atribuídos, os valores de proporção estarão em conformidade com as seguintes condições: (1) todos os valores dos componentes são maiores ou iguais a zero e inferiores ou iguais a um; (2) a soma de todos eles é igual a um; e (3) o erro é insignificante. Há diferentes métodos para resolver o sistema de equações lineares (SHIMABUKURO e PONZONI, 2017).

2.4 Abordagem metodológica

O método proposto (Figura 2) é realizado de acordo com as seguintes etapas: 1) geração de uma máscara de floresta, a partir dos dados do Projeto PRODES (INPE, 2008), para evitar o mapeamento de áreas já desmatadas antes do ano analisado; 2) geração de imagens fração para todas as imagens selecionadas para este estudo; 3) aplicação do processo de segmentação de imagens no conjunto de dados multitemporal composto pelas imagens fração solo e fração sombra para o ano analisado; 4) geração de um mapa de novas áreas desmatadas utilizando as imagens fração solo; 5) geração do mapa de áreas queimadas usando as imagens fração sombra; e 6) combinação dos mapas resultantes para gerar um mapa com quatro classes: desmatamento antigo (áreas desmatadas até o ano de 2014, neste caso), novo desmatamento (áreas desmatadas durante o ano de 2015 analisado neste caso), áreas florestais degradadas resultando em áreas florestais degradadas por queimadas (áreas de floresta que foram queimadas, mas que não foram cortadas), e áreas de floresta (floresta intacta e floresta com corte seletivo).

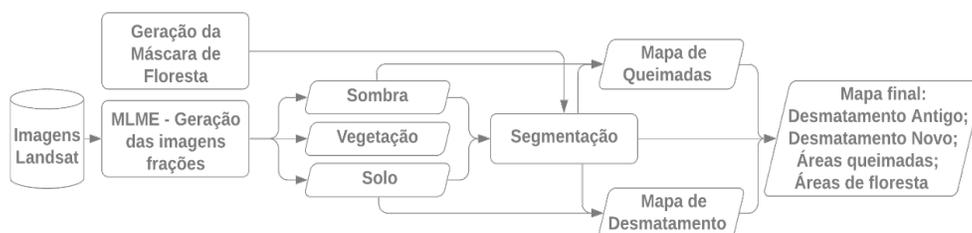


Figura 2. Fluxograma do método aplicado a este estudo para o mapeamento de áreas desmatadas e áreas queimadas. As áreas de degradação florestal causadas por queimada são obtidas pela intersecção das áreas queimadas com as áreas de floresta.

Após a aplicação da abordagem descrita para o mapeamento de áreas desmatadas e áreas degradadas por queimadas, as áreas degradadas por corte seletivo no ano de 2015 são então detectadas e mapeadas. Uma vez que as áreas degradadas por corte seletivo não são detectadas de forma direta em imagens de resolução espacial média (ASNER et al., 2005), a identificação dessas áreas é baseada na localização dos pátios e dos carregadores (Figura 3) utilizados para a extração das árvores (SOUZA et al., 2005). Em seguida, as imagens fração solo que destacam áreas de exploração seletiva são

utilizadas para detectar e mapear essas áreas, mas não há uma abordagem consistente para extrair tais informações dessas imagens (ASNER et al., 2005; SHIMABUKURO et al., 2009; PINHEIRO et al., 2016). Neste trabalho, é proposto o uso de uma classificação, baseada em pixels, de imagens fração solo para identificar os pátios e os carregadores que caracterizam as atividades de exploração seletiva de madeira. É feita a hipótese de que um pixel de corte seletivo apresenta uma baixa proporção de solo, com proporção de vegetação média e proporção de sombra média para as imagens fornecidas pelo sensor OLI do Landsat-8 (SHIMABUKURO et al., 2019).

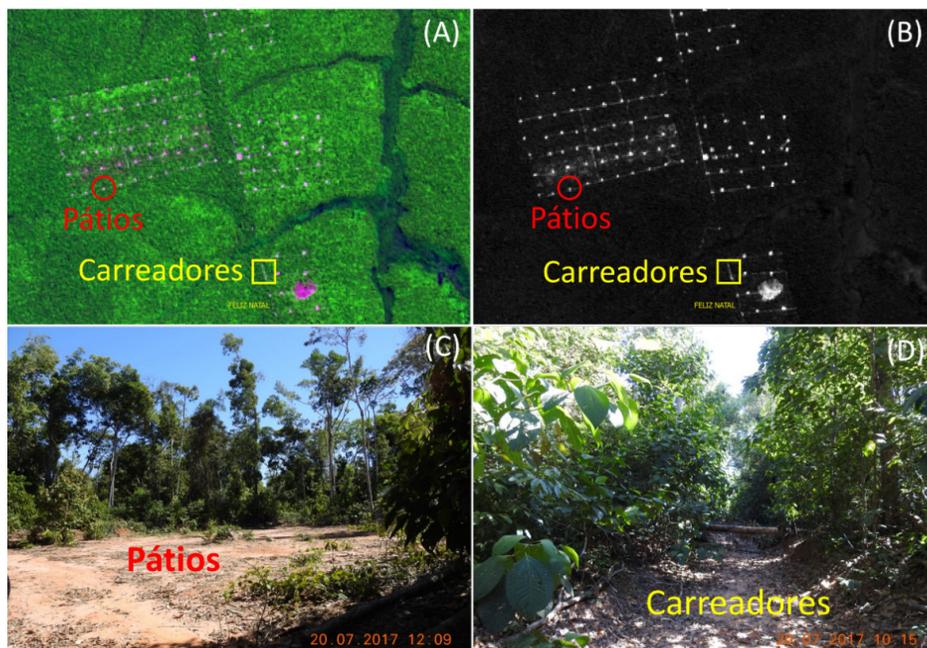


Figura 3. Composição RGB (a) e a correspondente imagem fração solo (b) realçando os pátios (c) e os carregadores (d) utilizados para a extração de árvores. Fonte: Shimabukuro et al. (2019)

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 4 mostra o mapa de floresta no ano de 2014 para a área de estudo (estado do Mato Grosso). Este mapa é essencial para analisar as áreas desmatadas e as áreas de florestas degradadas por corte seletivo e pelo fogo no ano de 2015, utilizando o método proposto neste trabalho.

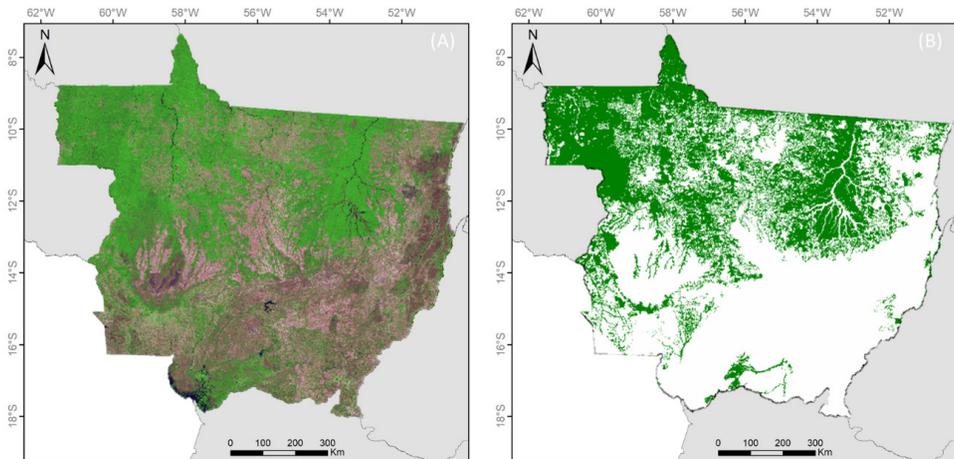


Figura 4. Composição colorida RGB da imagem OLI adquirida no ano de 2014 no estado de Mato Grosso (A) e o mapa de floresta correspondente extraído do projeto PRODES de 2014 (B).

A Figura 5 mostra a distribuição espacial das áreas de desmatamento e das áreas de degradação florestal causadas por corte seletivo e pelo fogo no ano de 2015. As classes consideradas foram: floresta remanescente (em verde), desmatamento 2015 (em amarelo), degradação florestal causada pelo corte seletivo (em azul claro), degradação florestal causada pelo fogo (em vermelho), e outros (em cinza) incluindo cerrado, desmatamento até 2014, agricultura, pastagem, etc.

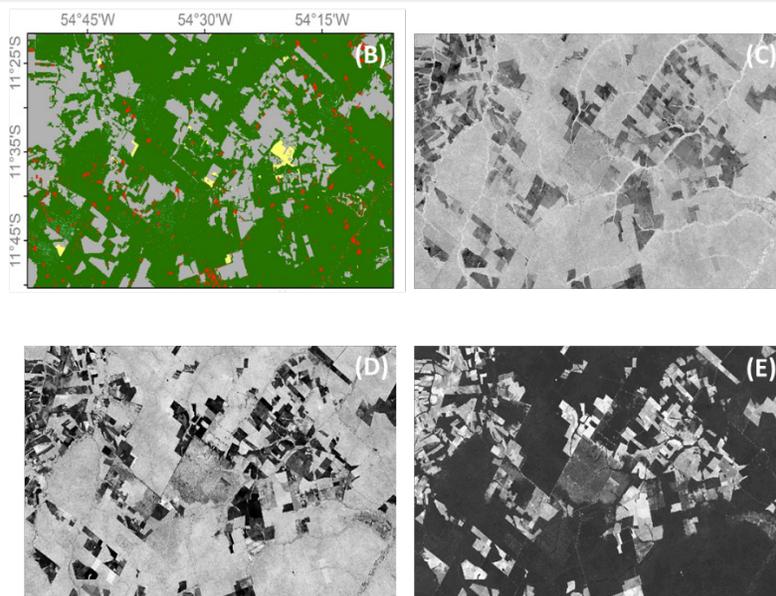
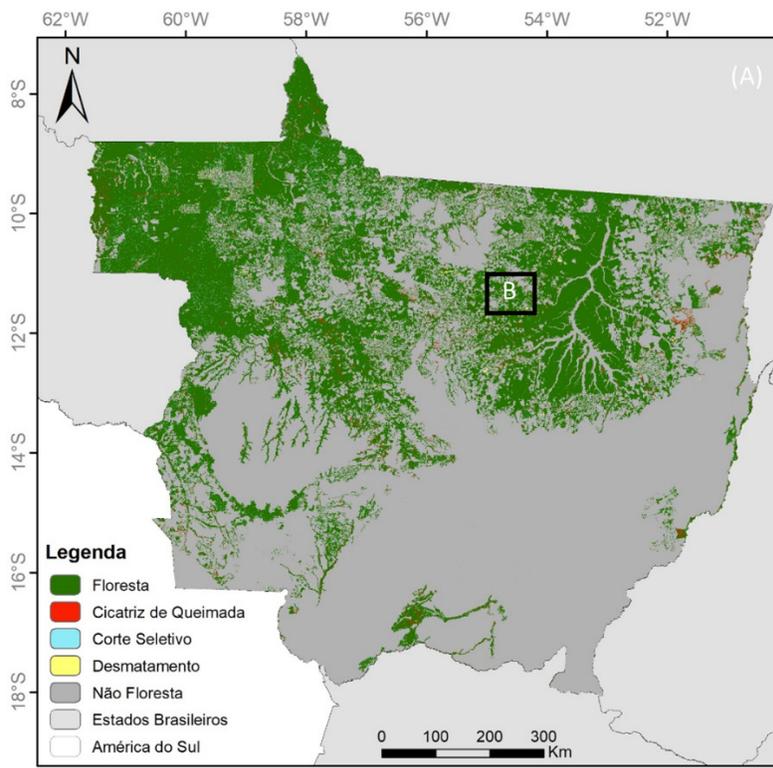


Figura 5. Mapa de áreas desmatadas e de degradação causadas por corte seletivo e fogo em 2015 no estado do Mato Grosso (A), e uma área ampliada mostrando detalhes das classes mapeadas (B) e como aparecem nas imagens fração sombra (C), fração vegetação (D), e fração solo (E).

A Tabela 2 apresenta a estimativa de áreas desmatadas e das áreas de degradação florestal causadas por corte seletivo e pelo fogo no ano de 2015. Observa-se que a degradação florestal por corte seletivo atingiu a maior extensão das áreas florestadas mapeadas, com 7.830,66 km² no estado do Mato Grosso, seguido pela degradação florestal pelo fogo, que atingiu 6.959,93 km². Por último, as áreas mapeadas como desmatamento em 2015 atingiram 1.685,75 km² das florestas no estado.

A menor extensão das áreas mapeadas como desmatamento quando comparadas às áreas de degradação florestal, pode estar atrelada as políticas governamentais para redução do desmatamento, como por exemplo a implantação do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), a Moratória da Soja que teve por objetivo inibir a comercialização ou financiamento da soja oriunda de áreas desmatadas após julho de 2008 na Amazônia, e como também, a Moratória da Carne que teve por iniciativa a exclusão de pecuaristas que desmataram após outubro de 2009 e que faziam parte da cadeia de abastecimento de grandes empresas processadoras de carne bovina (NEPSTAD et al., 2014).

Em relação a degradação florestal pelo fogo, a queima da biomassa vegetal é uma prática de manejo utilizada para criar e manter as pastagens e expandir a fronteira agrícola, sendo amplamente utilizada no processo produtivo nos biomas Amazônia e Cerrado. Os fazendeiros queimam suas terras para converter as florestas em terras agrícolas ou pastagens e para controlar a disseminação de ervas daninhas, pragas ou doenças, bem como para estimular a regeneração das pastagens. No Mato Grosso, o fogo é usado para melhorar a produtividade das pastagens e para abrir novas áreas de agricultura e pecuária, levando a mudanças no uso e cobertura da terra. Além disso, durante a estação seca é comum o aumento do risco de propagação e fuga do fogo, afetando áreas florestais próximas e causando degradação florestal.

Como processo comum observado na Amazônia, conhecido como *slash-and-burn*, inicialmente a floresta é degradada por corte seletivo (extraíndo as árvores comercialmente mais importantes), posteriormente com o passar dos anos a floresta remanescente é derrubada e deixada no terreno para secar quando então o fogo é iniciado, geralmente durante a estação seca. A primeira queima consome a camada mais sensível, como pequenos galhos e folhas, enquanto a maioria dos troncos permanecem no terreno. Por fim, os materiais restantes são estocados e queimados ao longo dos próximos anos, até que o terreno se torne predominantemente como solo exposto.

Desmatamento (km ²)	Degradação por corte seletivo (km ²)	Degradação pelo fogo (km ²)
1.685,75	7.830,66	6.959,93

Tabela 2. Áreas de desmatamento e de degradação causadas por corte seletivo e fogo em 2015 no estado do Mato Grosso.

4 | CONCLUSÕES

Uma máscara de floresta até o ano anterior (2014) ao ano estudado (2015) é essencial para desenvolver um procedimento para mapear as novas áreas de desmatamento e as áreas de floresta degradada (por corte seletivo ou pelo fogo). Usando dados do Landsat-8 OLI, as áreas desmatadas e queimadas são facilmente detectadas e mapeadas utilizando um método semi-automatizado baseado em segmentação de imagens. Já a floresta degradada devido ao corte seletivo pode ser mapeada usando a imagem fração solo através de um classificador baseado em pixel.

Para mapear as áreas degradadas causadas pelo fogo (floresta queimada) é preciso utilizar várias imagens durante o ano para evitar as áreas queimadas devido ao processo de desmatamento quando a queima é usada para limpar a vegetação restante.

Nossos resultados mostram a viabilidade de mapear floresta degradada discriminando entre as áreas degradadas por corte seletivo e as áreas degradadas pelo fogo. Essa discriminação é de extrema relevância para programas como REDD+ e para a redução das incertezas nos cenários de emissão de carbono em florestas tropicais.

REFERÊNCIAS

Achard, F.; Beuchle, R.; Mayaux, P.; Stibig, H.-J.; Bodart, C.; Brink, A.; Carboni, S.; Desclée, B.; Donnay, F.; Eva, H. D.; Lupi, A.; Raši, R.; Seliger, R.; Simonetti, D. Determination of Tropical Deforestation Rates and Related Carbon Losses from 1990 to 2010. *Global Change Biology*, 20: 2540–2554. doi:10.1111/gcb.12605, 2014.

Adams, J. B.; Smith, M. O.; Gillespie, A. R. Imaging Spectroscopy: Interpretation Based on Spectral Mixture Analysis. In *Remote Geochemical Analysis: Elemental and Mineralogical Composition*, edited by V. M. Pieters and P. Englert, 145–166. Vol. 7. New York: Cambridge University Press, 1993.

Adams, J. B.; Sabol, D.; Kapos, V.; Almeida, R.; Roberts, A.; Smith, M. O.; Gillespie, A. R. Classification of multispectral images based on fractions of *endmembers*: application to land-cover change in the Brazilian Amazon. *Remote Sensing of Environment*, 52, pp. 137–154, 1995.

Alcamo, J.; Ash, N. J.; Butler, C. D.; Callicott, J. B.; Capistrano, D.; Carpenter, S. R.; Castilla, J. C.; et al. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human wellbeing: a framework for assessment. Washington, DC: Island Press, 2005.

Anderson, L. O.; Shimabukuro, Y. E.; Defries, R. S.; Morton, D. Assessment of deforestation in near real time over the Brazilian Amazon using multitemporal fraction images derived from Terra MODIS. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 2, pp. 315–318, 2005.

Anwar, S.; Stein, A. Detection and Spatial Analysis of Selective Logging with Geometrically Corrected Landsat Images. *International Journal of Remote Sensing*, 33 (24):7820–7843. doi:10.1080/01431161.2012.701378, 2012.

Aragão, L. E. O. C.; Poulter, B.; Barlow, J. B.; Anderson, L. O.; Malhi, Y.; Saatchi, S.; Phillips, O. L.; Gloor, E. Environmental Change and the Carbon Balance of Amazonian Forests. *Biological Reviews*, 89: 913–931. doi:10.1111/brv.12088, 2014.

Asner, G. P.; Knapp, D. E.; Broadbent, E. N.; Oliveira, P. J.; Keller, M.; Silva, J. N. Selective logging in the Brazilian Amazon. *science*, 310(5747), pp. 480-482, 2005.

Asner, G. P.; Broadbent, E. N.; Oliveira, P. J. C.; Keller, M.; Knapp, D. E.; Silva, J. N. M. Condition and Fate of Logged Forests in the Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103: 12947–12950. doi: 10.1073/pnas.0604093103, 2006.

Asner, G. P.; Knapp, D. E.; Balaji, A.; Páez-Acosta, G. Automated Mapping of Tropical Deforestation and Forest Degradation: CLASlite. *Journal of Applied Remote Sensing*, 3 (1): 033543. doi:10.1117/1.3223675.3, 2009.

Berenguer, E.; Ferreira, J.; Gardner, T. A.; Aragão, L. E. O. C.; Camargo, P. B.; Cerri, C. E.; M. Durigan; R. C. Oliveira; I. C. G. Vieira; J. Barlow. A Large-Scale Field Assessment of Carbon Stocks in Human Modified Tropical Forests. *Global Change Biology*, 20: 3713–3726. doi:10.1111/gcb.12627, 2014.

Eva, H. D.; Achard, F.; Beuchle, R.; De Miranda, E.; Carboni, S.; Seliger, R.; Vollmar, M.; et al. Forest Cover Changes in Tropical South and Central America from 1990 to 2005 and Related Carbon Emissions and Removals. *Remote Sensing*, 4: 1369–1391. doi:10.3390/rs4051369, 2012.

Gerwing, J. Degradation of Forests through Logging and Fire in the Eastern Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 157: 131–141. doi:10.1016/S0378-1127(00)00644-7, 2002.

Herold, M.; Skutsch, M. Monitoring, Reporting and Verification for National REDD+ Programmes: Two Proposals. *Environmental Research Letters*, 6: 014002. doi:10.1088/1748-9326/6/1/014002, 2011.

Holben, B. N.; Shimabukuro, Y. E. Linear Mixing Model Applied to Coarse Spatial Resolution Data from Multispectral Satellite Sensors. *International Journal of Remote Sensing*, 14 (11): 2231–2240. doi:10.1080/01431169308954032, 1993.

IBGE, Estados, 2013 [Online]. Available: <http://www.ibge.gov.br/523estadosat/perfil.php?sigla=mt>, accessed on Aug. 7, 2015.

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por Satélites: Sistemas PRODES, DETER, DEGRAD e QUEIMADAS 2007–2008. 47. São José dos Campos: INPE, 2008.

Le Quéré, C.; Raupach, M. R.; Canadell, J. G.; Marland, G.; Bopp, L.; Ciais, P.; Conway, T. J.; et al. Trends in the Sources and Sinks of Carbon Dioxide. *Nature Geoscience*, 2 (12): 831–836. doi:10.1038/ngeo689, 2009.

Lund, H. What Is a Degraded Forest; White Paper on Forest Degradation Definitions Prepared for FAO. Gainesville, VA: Forest Information Services, 2009.

Morton, D. C.; Le Page, Y.; DeFries, R.; Collatz G. J.; Hurtt, G. C. Understorey Fire Frequency and the Fate of Burned Forests in Southern Amazonia. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 368 (1619): 20120163. doi:10.1098/rstb.2012.0163, 2013.

Nepstad, D.; Mcgrath, D.; Stickler, C.; Alencar, A.; Azevedo, A.; Swette, B.; Bezerra, T.; Digiano, M.; Shimada, J.; Da Motta, R.S.; Armijo, E. Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. *Science*, 344(6188), pp.1118-1123, 2014.

Numata, I.; Cochrane, M. A.; Roberts, D. A.; Soares, J. V.; Souza, C. M.; Sales, M. H. Biomass Collapse and Carbon Emissions from Forest Fragmentation in the Brazilian Amazon. *Journal of Geophysical Research*, 115: G03027. doi:10.1029/2009JG001198, 2010.

Pinheiro, T. F.; Escada, M. I. S.; Valeriano, D. M.; Hostest, P.; Golnow, F.; Müller, H. Forest Degradation Associated with Logging Frontier Expansion in the Amazon: The BR-163 Region in Southwestern Pará, Brazil. *Earth Interactions*, 20 (17): 1–26. doi:10.1175/EI-D-15-0016.1, 2016.

Quintano, C.; Fernández-Manso, A.; Fernández-Manso, O.; Shimabukuro, Y. E. Mapping Burned Areas in Mediterranean Countries Using Spectral Mixture Analysis from a Uni-Temporal Perspective. *International Journal of Remote Sensing*, 27 (4): 645–662. doi:10.1080/01431160500212195, 2006.

Ramankutty, N.; Gibbs, H. K.; Achard, F.; Defries, R.; Foley, J. A.; Houghton, A. Challenges to Estimating Carbon Emissions from Tropical Deforestation. *Global Change Biology*, 13 (1): 51–66. doi:10.1111/j.1365-2486.2006.01272.x, 2007.

Sasaki, N.; Putz, F. E. Critical Need for New Definitions of Forest and Forest Degradation in Global Climate Change Agreements. *Conservation Letters*, 2 (5): 226–232. doi:10.1111/j.1755-263X.2009.00067.x, 2009.

Sato, L. Y.; Gomes, V. C. F.; Shimabukuro, Y. E.; Keller, M.; Arai, E.; dos-Santos, M. N.; Brown, I. F. Post-Fire Changes in Forest Biomass Retrieved by Airborne LiDAR in Amazonia. *Remote Sensing*, 8 (10): 839. doi:10.3390/rs8100839, 2016.

Settle, J. J.; Drake, N. A. Linear Mixing and the Estimation of Ground Cover Proportions. *International Journal of Remote Sensing*, 14 (6): 1159–1177. doi:10.1080/01431169308904402, 1993.

Shimabukuro, Y. E.; Smith, J. A. The least squares mixing models to generate fraction images derived from remote sensing multispectral data. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, v. 29, n. 1, pp. 16-20, Jan. 1991.

Shimabukuro, Y. E.; Batista, G. T.; Mello, E. M.; Moreira, J. C.; Duarte, V. Using shade fraction image segmentation to evaluate deforestation in Landsat Thematic Mapper images of the Amazon Region. *International Journal of Remote Sensing*, 19, pp. 535–541, 1998.

Shimabukuro, Y. E.; Duarte, V.; Arai, E.; Freitas, R. M.; Lima, A.; Valeriano, D. M.; Brown, I. F.; Maldonado, M. L. R. Fraction Images Derived from Terra MODIS Data for Mapping Burnt Areas in Brazilian Amazonia. *International Journal of Remote Sensing*, 30: 1537–1546. doi:10.1080/01431160802509058, 2009.

Shimabukuro, Y. E.; Beuchle, R.; Grecchi, R.; Achard, F. Assessment of Forest Degradation in Brazilian Amazon Due to Selective Logging and Fires Using Time Series of Fraction Images Derived from Landsat ETM+ Images. *Remote Sensing Letters*, 5 (9): 773–782. doi:10.1080/2150704X.2014.967880, 2014.

Shimabukuro, Y. E.; Arai, E.; Duarte, V.; Jorge, A.; Santos, E. G. D.; Gasparini, K. A. C.; Dutra, A. C. Monitoring deforestation and forest degradation using multi-temporal fraction images derived from Landsat sensor data in the Brazilian Amazon. *International Journal of Remote Sensing*, 40(14), pp. 5475-5496, 2019.

Shimabukuro, Y. E.; Ponzoni, F. J. Mistura Espectral: modelo linear e aplicações. *Oficina de Textos*, 2017.

Simula, M. Towards Defining Forest Degradation: Comparing Analysis of Existing Definitions. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Forest Resources Assessment Working Paper 154, 59, 2009.

Souza, C. M.; Roberts, D. A.; Cochrane, M. A. Combining Spectral and Spatial Information to Map Canopy Damage from Selective Logging and Forest Fires. *Remote Sensing of Environment*, 98 (2–3): 329–343. doi:10.1016/j.rse.2005.07.013, 2005.

Souza Jr, C. M.; Siqueira, J. V.; Sales, M. H.; Fonseca, A. V.; Ribeiro, J. G.; Numata, I.; Cochrane, M. A.; Barber, C. P.; Roberts, D. A.; Barlow, J. Ten-Year Landsat Classification of Deforestation and Forest Degradation in the Brazilian Amazon. *Remote Sensing*, 5 (11): 5493–5513. doi:10.3390/rs5115493, 2013.

Tompkins, S.; Mustard, J. F.; Pieters, C. M.; Forsyth, D. W. Optimization of Endmembers for Spectral Mixture Analysis. *Remote Sensing of Environment*, 59: 472–489. doi:10.1016/S0034-4257(96)00122-8, 1997.

Uhl, C.; Vieira, I. C. G.. Ecological Impacts of Selective Logging in the Brazilian Amazon: A Case Study from the Paragominas Region of the State of Para. *Biotropica*, 21 (2): 98–106. doi:10.2307/2388700, 1989.

Uhl, C.; Barreto, P.; Verissimo, A.; Vidal, E.; Amaral, P.; Barros, A. C.; Souza, C.; Johns, J.; Gerwing, J. Natural Resource Management in the Brazilian Amazon. *Bioscience*, 47 (3): 160–168. doi:10.2307/1313035, 1997.

Verissimo, A.; Barreto, P.; Mattos, M.; Tarifa, R.; Uhl, C. Logging Impacts and Prospects for Sustainable Forest Management in an Old Amazonian Frontier: The Case of Paragominas. *Forest Ecology and Management*, 55 (1–4): 169–199. doi:10.1016/0378-1127(92)90099-U, 1992.

Watson, J. E. M.; Evans, T.; Venter, O.; Williams, B.; Tulloch, A.; Stewart, C.; Thompson, I.; et al. The Exceptional Value of Intact Forest Ecosystems. *Nature Ecology and Evolution*, 2 (4): 599–610. Springer US. doi:10.1038/s41559-018-0490-x, 2018.

USO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO PARA MAPEAMENTO DE ÁREAS EXPERIMENTAIS NO MUNICÍPIO DE RIO LARGO - ALAGOAS

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 06/07/2020

Gabriel Paes Marangon

Universidade Federal do Pampa
São Gabriel – RS
<http://lattes.cnpq.br/0522565365617852>

Jhonathan Gomes dos Santos

Universidade Federal de Alagoas
Rio Largo – AL
<http://lattes.cnpq.br/6753485458193530>

Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto

Universidade Federal de Alagoas
Rio Largo – AL
<http://lattes.cnpq.br/9783177648517463>

Christopher Horvath Scheibel

Universidade Federal de Alagoas
Rio Largo – AL
<http://lattes.cnpq.br/8284987172057550>

Raquel Elvira Cola

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife – PE
<http://lattes.cnpq.br/8989486136372527>

Sthéfany Carolina de Melo Nobre

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Recife – PE
<http://lattes.cnpq.br/0363378887681459>

RESUMO: As aeronaves remotamente pilotadas são também conhecidas pela palavra drone, advindo do idioma inglês, cujo significado é “zangão” na tradução literal para a língua portuguesa. O trabalho objetivou a realização de um levantamento aéreo de uma área experimental do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias por meio de um VANT, embarcado com uma câmera digital não métrica. O clima da região, pela classificação climática de Köppen, é “As”, ou seja, tropical chuvoso, com verão seco e inverno chuvoso. O Sistema de Veículo Aéreo Não Tripulado (SISVANT) utilizado no estudo foi um quadricóptero Iris⁺ fabricado pela 3DR, possuindo autonomia de voo de 16-22 minutos sem equipamentos embarcados, caindo para aproximadamente 10-15 minutos embarcando uma câmera digital convencional. Inicialmente, foram realizadas as etapas para a obtenção de imagens, logo após o processamento das imagens pelo software Agisoft PhotoScan® Professional Edition Version 1.0.4, ano de 2016 e por fim análise das imagens e controle de qualidade. Foram obtidas 114 imagens para o recobrimento total da área de estudo, com resolução espacial de 1,86161 cm. Percebe-se com a aplicação e monitoramento de áreas de interesse imageadas via tecnologia VANT, alternativas promissoras na rápida obtenção de dados, permitindo assim avaliações em tempo real das áreas de interesse com resultados consistentes, e de baixo custo.

PALAVRAS-CHAVE: Drone, Geoprocessamento, Ortomosaico.

USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLE FOR MAPPING OF EXPERIMENTAL AREAS IN THE MUNICIPALITY OF RIO LARGO - ALAGOAS

ABSTRACT: Remotely piloted aircraft are also known by the word drone, whose meaning is “zangão” in the literal translation into portuguese. The work aimed to carry out an aerial survey of an experimental área of the Engineering and Agricultural Sciences Campus through a UAV, shipped with a non-metric digital câmara. The climate of the region, according to the climbing classification of Köppen, is “As”, that is, tropical rainy, with dry summer and rainy winter. The Unmanned Aerial Vehicle System used in the study was na Iris + quadcopter manufactured by 3DR, with a flight range of 16-22 minutes without onboard equipment, dropping for approximately 10-15 minutes on board a conventional digital câmara. Initially, the steps to obtain images were taken, soon after the images were processed by Agisoft PhotoScan® Professional Edition Version 1.0.4 software, year 2016 and finally image analysis and quality control. A total of 114 images were obtained for the total coverage of the study área, with a spatial resolution of 1.86161 cm. It is noticeable with the application and monitoring of areas of interest imagined using UAV technology, promising alternatives in the fast acquisition of data, thus allowing real-time assessments of areas of interest with consistent results, and low cost.

KEYWORDS: Drone, Geoprocessing, Orthomosaic.

1 | INTRODUÇÃO

As aeronaves remotamente pilotadas são também conhecidas pela palavra drone, advindo do idioma inglês, cujo significado é “zangão” na tradução literal para a língua portuguesa. No Brasil os drones também são conhecidos e chamados de VANTs (veículos aéreos não tripulados). Inicialmente com objetivos militares, os drones se popularizaram no final da primeira década do século XXI. No Brasil, o investimento na tecnologia dos drones ganhou força a partir dos anos 2000, mas a pesquisa realizada por meio desta ferramenta tecnológica ainda se encontra incipiente, principalmente no Nordeste e no estado de Alagoas.

A possibilidade de extrair informações espaciais com sensores embarcados (câmera fotográfica digital) e sistema de posicionamento, (receptores GNSS e GLONASS – Global Navigation Satellite System) se torna a principal característica do sistema que integra o veículo aéreo não tripulado. A redução do tamanho dos sensores aliada ao avanço tecnológico possibilitou a construção dos VANTs compactos e leves com facilidades de transporte e deslocamento aos locais desejados (LUZ, 2015). Diante da possibilidade de utilização dos VANTs e sobrevoos abaixo das nuvens (ideal para áreas úmidas) ocorrência de maior resolução espacial, permitindo um maior nível de detalhamento, maior resolução temporal, o que garante agilidade na aquisição de dados, além da apresentação de valores monetários mais acessíveis.

De acordo com Aspiazú et al. (1990), os recursos computacionais, permitem a obtenção dos modelos em perspectiva, ditos modelos digitais de terreno (MDT) ou modelos digitais de superfície (MDS) que reproduzem sobre o plano, graficamente a sensação do relevo terrestre.

Devido aos avanços tecnológicos nos últimos anos, se tornou possível a realização de mapeamentos em grandes áreas, reduzindo a necessidade de mobilização de funcionários, de tempo de trabalho, além de facilitar a aquisição de dados em áreas de difícil acesso (LUCIEER et al., 2012).

A possibilidade de construir modelos digitais de elevação eficazes na avaliação e monitoramento de experimentos agrícolas e florestais se tornam mais viáveis e menos morosos pelo uso da tecnologia VANT se comparados aos métodos tradicionais aerofotogramétricos?

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou a realização de um levantamento aéreo de uma área experimental no município de Rio Largo em Alagoas por meio de um VANT, embarcado com uma câmera digital não métrica.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

As imagens foram obtidas no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas, que possui tamanho aproximado de 150 hectares, situado na região de Rio Largo - AL (9° 29' 45" S, 35° 49' 54" O e altitude de 127m), o clima da região, pela classificação climática de Köppen, é "As", ou seja, tropical chuvoso, com verão seco e inverno chuvoso (CRUZ et al., 2008) com temperatura média anual de 25,3° C e precipitação de 1441mm. O solo do local é classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso Argissólico, de textura média/argilosa e declividade inferior a 2% (ALMEIDA et al., 2008).

O Sistema de Veículo Aéreo Não Tripulado (SISVANT) utilizado no estudo foi um quadricóptero Iris⁺ fabricado pela 3DR, equipado com piloto automático (Pixhawk v2.4.5), quatro motores de 920KV, payload de capacidade de 400 g, alcance de rádio de até 1Km e bateria de lítio polímero, conhecida comercialmente como LiPO com 3 células de energia em série (3s), possuindo autonomia de voo de 16-22 minutos sem equipamentos embarcados, caindo para aproximadamente 10-15 minutos embarcando uma câmera digital convencional (não métrica e não calibrada) – Marca: Canon S110 HS 12,1 Mp, distância focal de 16mm.

As etapas para a obtenção de imagens se iniciaram com o estudo preliminar da área a ser imageada, revisão do VANT e configuração da câmera, em seguida foi feita a elaboração do plano de voo pelo software Mission Planner, obtenção dos dados e imagens, tomados a 40m de altitude por meio do VANT, processamento das imagens pelo software Agisoft PhotoScan® Professional Edition Version 1.0.4, ano de 2016 e por fim análise das imagens e controle de qualidade.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As informações captadas pelo VANT permitiram a geração de um modelo digital de superfície referente a uma área específica do CECA de aproximadamente 4,1 hectares (Figura 1). Foram obtidas 114 imagens para o recobrimento total da área de estudo, com resolução espacial de 1,86161 cm. Foram geradas, por meio do software Agisoft PhotoScan®, as representações dos dados da pesquisa como o modelo digital de superfície da área imageada, bem como o ortomosaico das imagens, a posição da câmera no momento da tomada da imagem e modelo de elevação, que seguem no esquema da Figura 1.

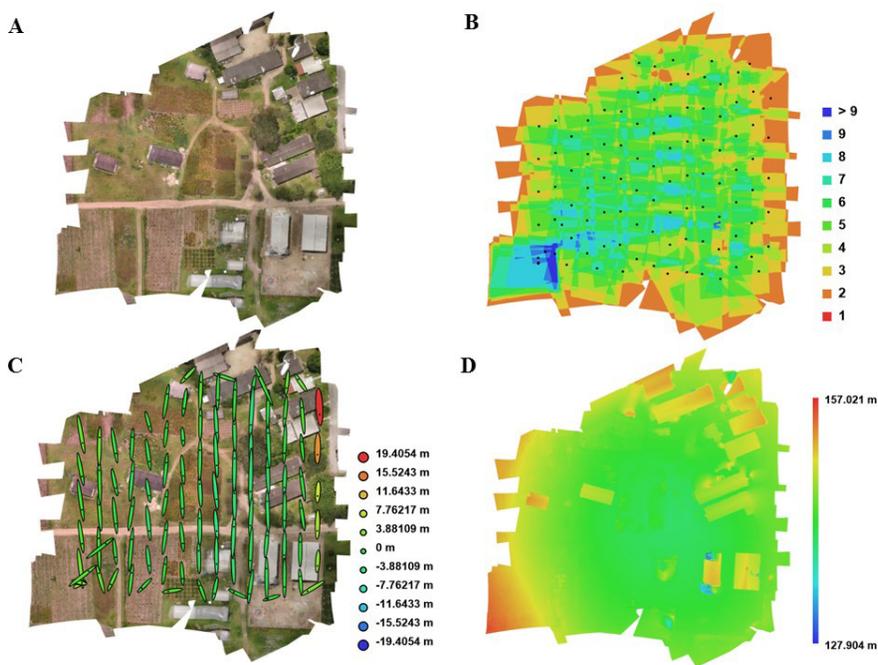


Figura 1 - Esquema representativo do processamento das imagens coletadas no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias/UFAL por um VANT embarcado com uma câmera digital não métrica pelo software Agisoft PhotoScan® em que: **A** representa o ortomosaico, **B** o mapa de sobreposição das imagens, **C** localização da câmera e estimativa de erro e **D** o modelo digital de superfície.

Para se chegar ao mosaico (Figura 1A), inicialmente alinham-se as imagens tomadas pelo VANT, processo realizado automaticamente pelo software Agisoft PhotoScan®, sequencialmente constrói-se a nuvem densa de pontos, o modelo e sua textura. No mapa de sobreposição das imagens, coletadas pela câmera embarcada no VANT, com sobreposições longitudinal e lateral de 60 e 40%, respectivamente, (Figura 1B) nota-se

que nas bordas, e próximo a elas, há menor sobreposição, o que implica a necessidade, no planejamento do voo, de uma área de cobertura maior que a de interesse para que esta mantenha-se afastada da borda do mosaico. Contudo, a baixa taxa de sobreposição nas regiões de borda, não comprometeu a identificação, no modelo (Figura 1D), das edificações observadas na Figura 1A, com exceção da região inferior do modelo.

Por fim, tem-se a possibilidade da extração deste ortomosaico gerado em vários formatos, como JPEG, TIFF, KMZ, dentre outros. No pós-processamento, o ortomosaico foi extraído em formato KMZ e visualizado no Google Earth Pro®, como demonstrado na Figura 2B. Percebe-se visualmente uma melhor definição do ortomosaico do que pelas imagens exibidas no software da Google (Figura 2B). Nota-se ainda que, embora pontos de controle não tenham sido utilizados neste trabalho, o ortomosaico gerado é visualmente mais preciso do que as imagens cedidas pelo Google, que estão sujeitas às condições de nebulosidade, que é indiferente no mapeamento por VANTs, pois estes voam em altitudes menores, garantido assim maior precisão, otimização e celeridade no nível de obtenção de informações geoespaciais.

O modelo exportado em formato TIFF, pode ser processado em um ambiente de sistema de informações geográficas (SIG), permitindo-se assim, se fazer uma série de inferências relacionadas as medições de áreas construídas, e monitoramento de áreas agrícolas e florestais. Desta forma os VANTs viabilizam ainda outras aplicabilidades, aja vista, a possibilidade de equipa-los com sensores infravermelho e multiespectrais que ampliariam os resultados.

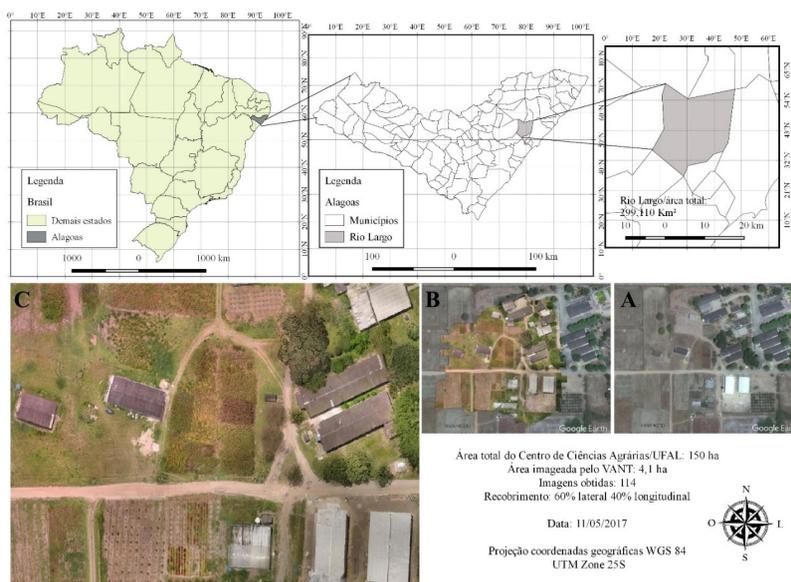


Figura 2 - Localização da área imageada do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias/UFAL no município de Rio Largo – AL, e representações da área pelo Google Earth Pro (A), do ortomosaico no Google Earth pro (B) e da ortofoto processada em software específico (C).

O presente estudo não contou com pontos de controle em solo que trariam maior precisão ao modelo digital gerado, no entanto, é possível perceber, devido à atuação do sistema de posicionamento por satélites, embarcado no VANT utilizado, a coerência da posição espacial do ortomosaico gerado (Figura 2B).

Além de um banco de dados que fornecerão distintos processamentos e aplicabilidades nos aspectos agrícola e florestal de precisão, ainda se viabiliza junto ao uso desta tecnologia a atualização das bases cartográficas de áreas de interesse a baixo custo com vistas à tomada de decisões técnicas.

4 | CONCLUSÃO

Diante do exposto, percebe-se com a aplicação e monitoramento de áreas de interesse imageadas via tecnologia VANT, alternativas promissoras na rápida obtenção de dados, permitindo assim avaliações em tempo real das áreas de interesse com resultados consistentes, e de baixo custo.

REFERÊNCIAS

Almeida, A.C.S. et al. Desenvolvimento vegetativo e produção de variedades de cana-de-açúcar em relação à disponibilidade hídrica e unidades térmicas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1441-1448, 2008.

Agisoft. **Photo Scan User Manual: Professional Edition**, Version 1.0.0. 2013. Disponível em: <<http://goo.gl/9fAAo8>> Acesso em: 24 jan 2016.

Aspiazú, C.; Alvez, L.M.; Valente, O.F. Os modelos digitais de terrenos conceituação e importância. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.21, dez. p.27-36, 1990.

Cruz, S.C.S; Pereira, F. R. de S; Santos, J. R; Albuquerque, A. de W; Pereira, R. G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n.1, p. 62-68, 2008.

Lucieer, A. et al. Using a Micro-UAV for ultra-high resolution multi-sensor observations of Antarctic moss beds. International Archives of the Photogrammetry. **Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. XXXIX-B1, p. 429-433, 2012.

Luz, C.C. **Avaliação da exatidão absoluta de ortofoto obtida por meio de dados brutos oriundos de veículos aéreos não tripulados (sisvant)**. 2015. 118f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

CAPÍTULO 5

ASPECTOS DA ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA E DA REGENERAÇÃO NATURAL EM UMA ÁREA RESTAURADA HÁ 15 ANOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE MACEIÓ, AL

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 26/06/2020

Régis Villanova Longhi

Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde
Maceió – AL
<http://lattes.cnpq.br/3864970474278711>

Nivandilmo Luiz da Silva

Universidade Federal de Alagoas, Centro de Engenharias e Ciências Agrárias
Maceió – AL
<http://lattes.cnpq.br/4539117373908446>

Anderson Arthur Lima dos Santos

Universidade Federal de Alagoas, Centro de Engenharias e Ciências Agrárias
Maceió – AL
<http://lattes.cnpq.br/0680353849619026>

Tamires Leal de Lima

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais
Recife – PE
<http://lattes.cnpq.br/9203910574468480>

Carlos Frederico Lins e Silva Brandão

Universidade Federal de Alagoas, Centro de Engenharias e Ciências Agrárias
Maceió – AL
<http://lattes.cnpq.br/6621326598935661>

Gerson dos Santos Lisboa

Universidade Federal do Sul da Bahia, Instituto de Humanidades, Artes e Ciências do Campus Jorge Amado
Itabuna - BA
<http://lattes.cnpq.br/9815327684330597>

Luciano Farinha Watzlawick

Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Departamento de Agronomia
Guarapuava - PR
<http://lattes.cnpq.br/4985215075940551>

Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto

Universidade Federal de Alagoas, Centro de Engenharias e Ciências Agrárias
Maceió – AL
<http://lattes.cnpq.br/9783177648517463>

Lucas Galdino da Silva

Universidade Federal de Alagoas, Centro de Engenharias e Ciências Agrárias
Maceió – AL
<http://lattes.cnpq.br/0643112265497545>

RESUMO: O monitoramento de áreas restauradas contribui para o controle do desenvolvimento, perturbações e a consequente necessidade de interferência por meio de manejo ou replantios. O objetivo do estudo foi caracterizar a estrutura da vegetação arbórea e da regeneração natural após 15 anos da implantação florestal em uma área com histórico de degradação, situada no *Arboretum* de Alagoas, região metropolitana de Maceió. Uma grade amostral contendo 88 unidades amostrais permanentes, com dimensão de 20x20 metros foi tomada como base, sendo 21 dessas distribuídas aleatoriamente para caracterização do estrato arbóreo. Foram mensurados e identificados botanicamente todos os indivíduos arbóreos com dap \geq 5 cm. Para a regeneração natural, em 12 unidades amostrais, os indivíduos com

altura superior a 0,5 metros e $dap < 5$ cm foram incluídos em três classes de tamanho de planta. Foi quantificada a florística, fitossociologia e a diversidade das espécies, bem como os índices de regeneração natural por classe de tamanho de planta (RNC) e total (RNT), estimados por espécie. No estrato arbóreo foram encontradas 71 espécies, pertencentes a 27 famílias botânicas, similar ao componente regenerante (72 espécies e 27 famílias). Fabaceae e Bignoniaceae foram as famílias mais representativas em ambos os estratos da floresta. Constatou-se uma alta diversidade de espécies tanto para o estrato arbóreo ($H' = 3,78 \text{ nats.ind}^{-1}$) como para a regeneração natural ($H' = 2,85 \text{ nats.ind}^{-1}$). A estrutura diamétrica arbórea seguiu a configuração típica de florestas nativas, apesar da área ser proveniente de plantio há apenas 15 anos. A regeneração natural apresentou densidade estimada de $8.446 \text{ ind.ha}^{-1}$, sendo *Xylopia frutescens* (12,2%), *Vismia guianensis* (9,8%) e *Tapirira guianensis* (7,3%) as espécies com maior RNT. Os resultados indicam a ocorrência de intensa dinâmica na área, onde o processo natural de sucessão está sendo garantido pelo ingresso no estrato arbóreo de indivíduos que se encontram no componente regenerante.

PALAVRAS-CHAVE: Inventário Florestal, área degradada, mata atlântica, sucessão natural.

ASPECTS OF TREE VEGETATION AND NATURAL REGENERATION STRUCTURE IN AN AREA RESTORED 15 YEARS AGO IN THE METROPOLITAN REGION OF MACEIÓ, AL

ABSTRACT: The monitoring of restored areas contributes to the control of development, disturbances and the consequent need for interference through management or replanting. The objective of the study was to characterize the structure of tree vegetation and natural regeneration after 15 years of forest implantation in an area with a history of degradation, located in the Arboretum of Alagoas, in the metropolitan region of Maceió. A sampling grid containing 88 permanent sampling units, with a 20x20 meter dimension, was taken as a basis, 21 of which were randomly distributed to characterize tree vegetation. All arboreal individuals with $dap \geq 5$ cm were measured and identified botanically. For natural regeneration, in 12 sample units, individuals with height greater than 0.5 meters and $dap < 5$ cm were included in three classes of plant size. Floristics, phytosociology and species diversity were quantified, as well as the rates of natural regeneration by class of plant size (RNC) and total (RNT), estimated by species. 71 tree species were found in the tree vegetation, belonging to 27 botanical families, similar to the regenerating component (72 species and 27 families). Fabaceae and Bignoniaceae were the most representative families in both strata of the forest. A high diversity of species was found in tree vegetation ($H' = 3.78 \text{ nats.ind}^{-1}$) and in natural regeneration ($H' = 2.85 \text{ nats.ind}^{-1}$). The diametric tree structure followed the typical configuration of native forests, despite the area being planted only 15 years ago. The natural regeneration showed an estimated density of $8,446 \text{ ind.ha}^{-1}$, with *Xylopia frutescens* (12.2%), *Vismia guianensis* (9.8%) and *Tapirira guianensis* (7.3%) the species with the highest RNT. The results indicate the occurrence of intense dynamics in the area, where the natural process of succession is being guaranteed by the entry into the tree vegetation of individuals who are in the regenerating component.

KEYWORDS: Forest inventory, degraded area, Atlantic forest, natural succession.

1 | INTRODUÇÃO

A avaliação e o monitoramento de áreas em processo de restauração são importantes para verificar o seu desenvolvimento, a identificação de perturbações e a consequente necessidade de interferência por meio de manejo ou replantios (SILVA et al., 2016), sendo relevante o conhecimento da dinâmica e da estrutura do componente arbóreo para entendimento e elaboração de métodos que visam promover ações conservacionistas e de reconstrução de fragmentos florestais (SOUZA, 2017).

Para tanto, levantamentos florísticos e fitossociológicos são amplamente utilizados para o monitoramento das espécies plantadas e da regeneração natural, podendo-se quantificar as espécies que melhor se adaptam as áreas restauradas ou as espécies que constituirão o estrato arbóreo no futuro.

Conhecer o potencial regenerativo é tão importante quanto conhecer o estrato arbóreo, uma vez que representa o estoque genético da floresta e, o recrutamento natural dos indivíduos regenerantes de uma classe de altura para outra imediatamente superior indica o estabelecimento das florestas (GARCIA et al., 2011). Lima (2017) salienta que o estudo da regeneração natural é um atributo muito importante para compreensão do desenvolvimento da floresta, processo esse iniciado pela dispersão de propágulos.

A capacidade de regeneração natural de uma floresta está intimamente ligada a diversos fatores, tais como, o nível de perturbação sofrido, a quantidade e qualidade do aporte de sementes presentes na camada superficial do solo e na serapilheira, a presença de fragmentos florestais no entorno e o grau de degradação do solo (GANDOLFI et al., 2007).

Desta forma, pesquisas sobre regeneração natural permitirão a análise efetiva do estado de conservação e da caracterização do componente arbóreo, bem como, das perturbações naturais ou até mesmo antrópicas sofridas. Tal análise é possível pois o conjunto de indivíduos presente estão aptos a serem recrutados para os estádios posteriores (SILVA et al., 2007).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo realizar a caracterização do estrato arbóreo e da regeneração natural após 15 anos da implantação florestal em uma área com histórico de degradação pelo depósito contínuo de resíduos, situada na região metropolitana de Maceió, estado de Alagoas, visando fornecer informações fundamentais sobre o comportamento das espécies implantadas, regeneração natural e dos processos de sucessão na formação da floresta.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no *Arboretum* de Alagoas, situado no interior do Campus Aristóteles Calazans Simões da UFAL, localizada na coordenada central 09°33'13,80" S e 35°46'07,80" O, estando inserida na região Metropolitana de Maceió, tabuleiros costeiros

de Alagoas. Conforme a classificação climática de Köppen, o clima dessa região é tropical litorâneo úmido (As), com temperatura média anual de 25,6°C e precipitação anual de 1.713 mm (ALVARES et al., 2013). A área situa-se no domínio de formação de Floresta Ombrófila Aberta.

A área total do *Arboretum* de Alagoas é de aproximadamente 4,2 hectares, com floresta formada a partir do plantio de mudas no ano de 2002 pelo departamento de Botânica, com apoio da Pró-Reitoria de Extensão (PROEX) e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), de um bosque para produção de mudas de espécies nativas da região em uma área degradada, devido ao histórico de contínuo descarte de resíduos. Após 15 anos da implantação florestal, a vegetação arbórea encontra-se bem desenvolvida e apresenta-se em processo de regeneração natural (Figura 1).



Figura 1. Imagem aérea da área de estudo demonstrando o solo totalmente desnudo na ocasião da implantação das mudas no ano de 2002(A) e a evolução da vegetação nos anos 2010 (B) e 2018 (C).

Fonte: *Google earth*

Para a caracterização do estrato arbóreo, tomou-se como base uma grade amostral contendo 8 faixas de 20 x 220 m, composta por 11 unidades amostrais permanentes de 20 x 20 m (400 m²) cada, totalizando assim, 88 unidades amostrais permanentes. Desse total, 21 unidades amostrais foram sorteadas aleatoriamente, perfazendo a área amostral de 0,84 hectares. Em cada unidade foram tomados todos os indivíduos arbóreos que apresentavam diâmetro à altura do peito (dap) \geq 5cm. Os indivíduos presentes em cada unidade amostral tiveram medidos o dap e foram identificados botanicamente.

A estrutura horizontal foi avaliada considerando-se os seguintes estimadores fitossociológicos: Densidade Absoluta e Relativa (DA e DR), Dominância Absoluta e Relativa

(DoA e DoR), Valor de Importância (VI%) dado pelo somatório da densidade, frequência e dominância relativa, conforme descrito por Mueller-Dombois; Ellenberg (1974). Para a estrutura diamétrica, os indivíduos foram dispostos em classes de diâmetro com intervalo de 10 cm. A diversidade de espécies foi avaliada pelo índice de Shannon e a equabilidade pelo índice de Pielou (BROWER; ZAR, 1984).

Para a caracterização da regeneração natural também foi utilizada como base a grade de unidades amostrais permanentes para estudo do estrato arbóreo, sendo sorteadas 4 faixas e 3 unidades amostrais de 20 x 20 m por faixa, totalizando 12 unidades amostrais. Nessas unidades, o levantamento e caracterização da regeneração natural foi realizado em diferentes classes de tamanho: primeira classe de regeneração natural (CLR1) = indivíduos com altura (h) de 0,5 metro < h ≤ 1,5 metros, levantados em subunidades de 2 x 20 m (40m²); segunda classe de regeneração natural (CLR2) = indivíduos com 1,5 metros < h ≤ 3,0 metros, levantados em subunidades de 5 x 20 m (100m²); terceira classe de regeneração natural (CLR3) = indivíduos com h > 3 metros e diâmetro a 1,30cm do solo (DAP) < 5 cm, levantados na totalidade da unidade amostral de 20 x 20m (400m²) (Figura 2).

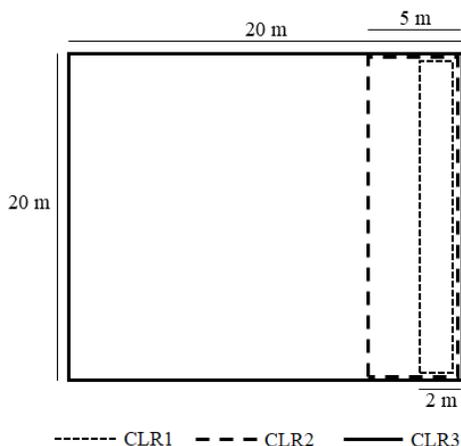


Figura 2. Esquema representativo de uma unidade amostral permanente utilizada para amostragem da regeneração natural no *Arboretum* de Alagoas. Sendo: CLR1 = 2 x 20 m (40m²); CLR2 = 5 x 20 m (100 m²) e CLR3 = 20 x 20 m (400 m²).

Os indivíduos arbóreos encontrados em cada classe tiveram medidas suas alturas totais e foram identificados botanicamente. Para representação das características pertinentes à cada espécie, foram estimados os parâmetros de frequência e densidade absolutos e relativos em cada classe de altura pré-estabelecida. Para obter a estimativa da regeneração natural total na área do *Arboretum* de Alagoas, primeiramente foi estimativa a regeneração natural por espécie em cada classe de altura, dado por:

$$RNC_{ij} = \frac{DR_{ij} + FR_{ij}}{2} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: RNC_{ij} = estimativa da regeneração natural da i -ésima espécie na j -ésima classe de altura de planta, em percentagem; FR_{ij} = frequência relativa da regeneração natural da i -ésima espécie na j -ésima classe de altura; DR_{ij} = densidade relativa da regeneração natural da i -ésima espécie na j -ésima classe de altura.

A Regeneração Natural Total da i -ésima espécie foi estimada por:

$$RNT_i = \sum \frac{RNC_{ij}}{3} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que: RNT_i = estimativa da regeneração natural total da população amostrada da i -ésima espécie.

As espécies do estrato arbóreo e da regeneração natural foram classificadas de acordo com o Sistema Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV, 2016) e a confirmação da grafia e da autoria foram obtidas a partir de consulta ao banco de dados do Missuori Botanical Garden's VAST – MOBOT (TROPICOS, 2019). Os dados foram processados com auxílio do software Mata Nativa 2 e planilha eletrônica do Microsoft Excel 2010 ®.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estrato Arbóreo

Na amostragem do estrato arbóreo foram contabilizados 566 indivíduos, sendo distribuídos em 71 espécies, pertencentes a 59 gêneros e 27 famílias botânicas. As famílias que apresentaram maior diversidade foram a Fabaceae (29 espécies), Bignoneaceae (8 espécies), Malvaceae (5 espécies) e Anacardiaceae (4 espécies). Estas famílias constituíram 64,8% do total de espécies amostradas.

A alta diversidade de espécies encontrada no *Arboretum* de Alagoas, dado pelo Índice de Shannon de 3,78 nats.ind⁻¹, mostra-se semelhante a muitos trabalhos desenvolvidos em regiões de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil. Nascimento et al. (2014) em seu trabalho de levantamento comparativo, relativo à riqueza e diversidade de espécies de alguns fragmentos de Floresta Atlântica no estado de Pernambuco, verificaram que o Índice de diversidade de Shannon (H') apontou alta diversidade de espécies entre os trabalhos analisados, variando de 3,41 a 3,91 nats.ind⁻¹, corroborando com os resultados do presente trabalho.

De acordo com a Estrutura Horizontal (Tabela 1), as cinco espécies destaques foram: *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (6,53%); *Inga edulis* Mart. (6%); *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (5,35%); *Cecropia pachystachya* Trécul (4,9%) e *Bowdichia virgilioides* Kunth (4,72%), conferindo-lhes maior grau de ocupação na área em estudo. A densidade total foi estimada em 674 ind.ha⁻¹, correspondendo a uma área basal de 18,42 m².ha⁻¹, fato que comprova o rápido desenvolvimento dessa vegetação formada há apenas 15 anos.

Nome Científico	DA (n°ha ⁻¹)	DR (%)	FA	FR (%)	DoA (m ² .ha ⁻¹)	DoR (%)	VI (%)
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	19,05	2,83	38,10	2,45	2,64	14,30	6,53
<i>Inga edulis</i> Mart.	29,76	4,42	28,57	1,84	2,16	11,73	6,00
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	39,29	5,83	52,38	3,37	1,26	6,85	5,35
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	35,71	5,30	66,67	4,29	0,94	5,09	4,90
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	33,33	4,95	66,67	4,29	0,91	4,92	4,72
<i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) DC.	50,00	7,42	66,67	4,29	0,37	1,98	4,56
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore	33,33	4,95	66,67	4,29	0,53	2,87	4,04
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	16,67	2,47	38,10	2,45	1,10	5,99	3,64
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	29,76	4,42	66,67	4,29	0,29	1,57	3,43
<i>Genipa americana</i> L.	23,81	3,53	42,86	2,76	0,22	1,18	2,49
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	16,67	2,47	38,10	2,45	0,43	2,33	2,42
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	11,91	1,77	28,57	1,84	0,66	3,60	2,40
<i>Xylopia frutescens</i> Sieb. ex Presl	21,43	3,18	47,62	3,07	0,13	0,71	2,32
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	15,48	2,30	33,33	2,15	0,44	2,37	2,27
<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C. Lima & G.P. Lewis	17,86	2,65	38,10	2,45	0,17	0,90	2,00
Demais espécies (56)	279,75	41,56	833,31	53,73	6,19	33,61	42,91
Total	673,8	100	1552,4	100	18,42	100	100

Tabela 1. Parâmetros da Estrutura Horizontal dos indivíduos ocorrentes no estrato arbóreo do *Arboretum* de Alagoas, Campus A. C. Simões, Maceió, considerando espécies com VI > 2%.

Nota-se que a espécie *Tabebuia cassinoides*, apesar de ser a maior em DR e FR (juntamente com mais quatro espécies), não ocupou maior posição de destaque em VI, por obter baixo valor de DoR, sendo este o parâmetro fitossociológico que influenciou consideravelmente não só no resultado dessa espécie como também em *Enterolobium contortisiliquum* que alcançou maior DoR e, conseqüentemente, maior VI.

De acordo com a distribuição diamétrica verificada para o estrato arbóreo, pode-se observar que apesar do *Arboretum* de Alagoas ser uma área de restauração florestal com apenas 15 anos de implantação, já apresenta características marcantes de floresta nativa inequiana, caracterizado pela distribuição diamétrica decrescente, semelhante a um “J invertido” (Figura 3), ou seja, nas classes de menores diâmetros ocorre a presença de indivíduos em maior quantidade, diminuindo exponencialmente com o aumento no tamanho das classes diamétricas. Essa constatação pode sugerir também a ocorrência de um elevado número de indivíduos arbóreos que se encontram em regeneração natural e estão ingressando no estrato arbóreo. Tal estrutura também foi observada em outros trabalhos como o de Souza (2017); Imaña-Encinas et al. (2013) e Brandão (2013).

A curva de distribuição de Meyer conformou a tendência exponencial negativa na distribuição diamétrica do *Arboretum* de Alagoas, podendo ser expressa pela equação ajustada $Y = \exp^{6,7382-0,0883 \times \text{DAP}}$, a qual apresentou um excelente ajuste com um coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,97.

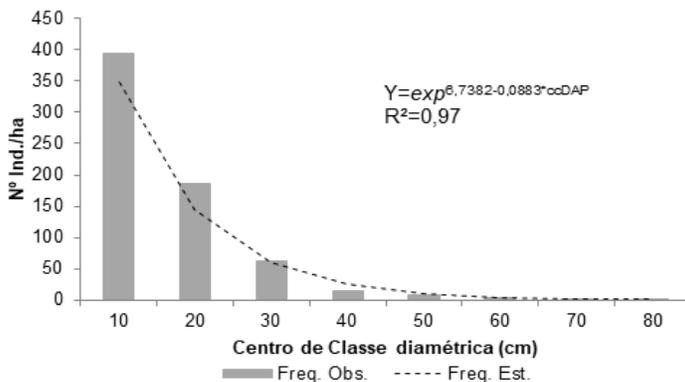


Figura 3. Gráfico da distribuição diamétrica do *Arboretum* de Alagoas, indivíduos dispostos em classes de diâmetro com intervalo de 10 cm.

3.2 Regeneração natural

No levantamento florístico da regeneração natural foram encontradas 72 espécies, pertencentes a 27 famílias botânicas. Fabaceae foi a família mais representativa com 17 espécies, seguida por Bignoniaceae com 6 espécies e Anacardiaceae e Myrtaceae, ambas com 5 espécies. Além destas, cinco espécies não foram identificadas e 7 foram identificadas apenas em nível de gênero. No entanto, das 5 espécies não identificadas três delas foram reconhecidas apenas em nível de família.

Nas áreas de domínio de floresta ombrófila da Mata Atlântica é comum a família Fabaceae ser a mais representativa em espécies entre as famílias botânicas encontradas, isso por vezes é atribuído ao grande número de espécies classificadas nesta categoria. Tal constatação é também observada em trabalhos realizados na Mata Atlântica como o de Garcia et al. (2011) e Lima (2017). Este último aponta que essa representatividade é devido a sua importante função de fixação de nitrogênio, que asseguraria à produtividade de quase todos os ecossistemas terrestres.

As categorias de tamanho da regeneração natural apresentaram pouca variação de diversidade de espécies entre as classes (Tabela 2), com diferença máxima entre as categorias de tamanho de regeneração de 0,12 nats.ind⁻¹ para o índice de Shannon (H') e 0,08 para a Equabilidade de Pielou (J). Esse fato ressalta que nos diferentes tamanhos de

regenerantes há indivíduos de espécies distintas, o que impulsionará na manutenção da biodiversidade do componente arbóreo no futuro. A diversidade total estimada para as três classes juntas foi de 2,85 nats.ind⁻¹ para H' e de 0,66 para J.

Classe de Regeneração	Número de indivíduos amostrados	Índice de Shannon (H')	Equabilidade de Pielou (J)
CLR1	271	2,59	0,71
CLR2	182	2,61	0,75
CLR3	616	2,71	0,67
Total	1069	2,85	0,66

Tabela 2 – Índice de diversidade de Shannon (H') e da Equabilidade de Pielou (J) aplicado no componente regenerante por classe na área do *Arboretum* de Alagoas, Campus A. C. Simões, Maceió.

A área apresentou densidade estimada de 8.446 ind.ha⁻¹ com tamanho maior que 50 centímetros e diâmetro a altura do peito menor que 5 cm. Esses indivíduos estão distribuídos em 5.646 ind.ha⁻¹ na CLR1, 1.517 ind.ha⁻¹ na CLR2 e 1.283 ind.ha⁻¹ na CLR3 (Tabela 3). Em relação à distribuição das espécies nas classes de altura, as que mais apresentaram destaque na regeneração natural (RNT) do *Arboretum* de Alagoas foram *Xylopia frutescens* (12,2%), *Vismia guianensis* (9,8%) e *Tapirira guianensis* (7,3%), todas elas ocorrendo nas 3 classes de altura avaliadas. Na distribuição da regeneração natural por classe (RNC) também tiveram destaque *Tapirira guianensis* (15,7%) na primeira classe (CLR1), *Xylopia frutescens* (16,1%) na segunda classe (CLR2) e *Vismia guianensis* (16,7%) na última classe (CLR3).

Nome Científico	CLR1		CLR2		CLR3		RNT(%)
	DA	RNC(%)	DA	RNC(%)	DA	RNC(%)	
<i>Xylopia frutescens</i> Sieb. ex Presl	916,7	9,4	441,7	16,1	264,6	11,1	12,2
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	395,8	4,8	191,7	7,9	408,3	16,7	9,8
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	1625,0	15,7	100,0	4,9	16,7	1,5	7,3
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	645,8	7,0	183,3	7,6	8,3	1,2	5,3
<i>Inga edulis</i> Mart.	145,8	2,6	75,0	4,0	43,8	2,5	3,0
<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	20,8	1,5	16,7	2,1	83,3	4,1	2,6
<i>Byrsonima sericea</i> DC.	20,8	1,5	66,7	3,8	25,0	1,8	2,3
<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	20,8	1,5	41,7	2,9	25,0	1,8	2,1
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	166,7	2,8	16,7	2,1	12,5	1,3	2,1
<i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) DC.	20,8	1,5	16,7	2,1	37,5	2,3	2,0
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	20,8	1,5	83,3	4,3	0,0	0,0	1,9
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	20,8	1,5	16,7	2,1	25,0	1,8	1,8

<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	20,8	1,5	25,0	2,4	16,7	1,5	1,8
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	41,7	1,7	25,0	2,4	10,4	1,2	1,8
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	83,3	2,0	8,3	1,8	14,6	1,4	1,8
<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	41,7	1,7	33,3	2,7	2,1	0,9	1,7
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	83,3	2,0	16,7	2,1	6,3	1,1	1,7
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) B.D. Jacks.	333,3	4,2	0,0	0,0	2,1	0,9	1,7
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	62,5	1,8	25,0	2,4	2,1	0,9	1,7
<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	41,7	1,7	8,3	1,8	18,8	1,6	1,7
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	20,8	1,5	16,7	2,1	10,4	1,2	1,6
<i>Solanum</i> sp.	229,2	3,3	0,0	0,0	2,1	0,9	1,4
<i>Psidium guajava</i> L.	20,8	1,5	8,3	1,8	2,1	0,9	1,4
<i>Paubrasilia echinata</i> (Lam.) Gagnon, H.C. Lima & G.P. Lewis	0,0	0,0	8,3	1,8	33,3	2,1	1,3
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl.	62,5	1,8	8,3	1,8	0,0	0,0	1,2
<i>Himatanthus bracteatus</i> (A. DC.) Woodson	166,7	2,8	0,0	0,0	2,1	0,9	1,2
<i>Myrcia</i> sp.	62,5	1,8	8,3	1,8	0,0	0,0	1,2
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	20,8	1,5	0,0	0,0	33,3	2,1	1,2
<i>Genipa americana</i> L.	41,7	1,7	8,3	1,8	0,0	0,0	1,2
NI 1	41,7	1,7	8,3	1,8	0,0	0,0	1,2
<i>Curatella americana</i> L.	20,8	1,5	8,3	1,8	0,0	0,0	1,1
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	20,8	1,5	8,3	1,8	0,0	0,0	1,1
Outras Espécies (40)	208,3	12,1	41,7	7,6	177,1	35,3	18,3
TOTAL	5646	100	1517	100	1283	100	100

Tabela 3. Estimativa da Regeneração Natural Total (RNT) por espécie superior a 1,0% da população amostrada no *Arboretum* de Alagoas, Campus A. C. Simões, Maceió. Sendo DA = densidade absoluta (ind.ha⁻¹).

De acordo com Silva et al. (2007) as espécies que se encontram nas três classes de altura de regeneração natural na comunidade são aquelas com maior predominância e que, hipoteticamente, possuem elevado potencial de se estabelecer futuramente no dossel da floresta, contanto que o acompanhamento durante o seu desenvolvimento seja observado para verificação das características sucessionais.

Das 72 espécies encontradas na regeneração natural, 40 apresentam valores de RNT inferiores a 1,0%, que, segundo Aparício et al. (2011), a partir de um certo tempo, estas espécies podem ter dificuldades de se estabelecer na área. Por outro lado, 32 espécies (44,4%) obtiveram valores de Regeneração Natural Total (RNT) superiores a 1,0%, o que indica, que essas espécies possuem maior capacidade de um dia compor o estrato arbóreo da área em estudo pela menor dificuldade em se regenerar.

Contudo, constatou-se a presença de *Syzygium cumini* e *Psidium guajava*, espécies exóticas e invasoras na região nordeste do Brasil, possuindo RNT de 1,7% e 1,4%, respectivamente. Segundo Brancalion et al. (2015), a presença de espécies exóticas invasoras pode alterar a trajetória ambiental de uma área em processo de restauração, conduzindo-a ao declínio dos processos ecológicos em virtude da perda da biodiversidade, levando o componente arbóreo à um baixo potencial de sustentabilidade. Assim, faz-se necessário um monitoramento contínuo da vegetação, visando identificar possíveis necessidades de eliminação ou controle de espécies exóticas invasoras em regeneração para garantir a conservação da comunidade florestal no futuro.

4 | CONCLUSÕES

O estrato arbóreo do *Arboretum* de Alagoas apresentou estrutura diamétrica com traços marcantes de floresta nativa, apesar de ser uma área implantada há apenas 15 anos. A alta diversidade de espécies, comprovada pelo índice de Shannon de 3,78 nats.ind⁻¹, pode ter contribuído para o sucesso de restauração dessa área, a qual vem apresentando sucessão natural assegurada pela elevada presença de indivíduos jovens ingressando no estrato arbóreo.

A regeneração natural apresentou potencial para recrutamento de espécies para o estrato superior, com elevados indicativos principalmente para as espécies *Tapirira guianensis*, *Xylopia frutescens* e *Vismia guianensis*, todas com elevada ocorrência nas três classes de altura. A diversidade das espécies encontrada pelo índice de Shannon (H') mostraram valores dentro dos limites de variação para as florestas nativas de domínio da Mata Atlântica. No entanto, apenas 32 espécies do total de 72 apresentaram Regeneração Natural Total acima de 1,0%, e o restante (55,6%) encontra-se a baixo desse valor, com tendência ao não recrutamento no dossel da comunidade arbórea no futuro.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L. M., SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

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

APARÍCIO, W. C. S., MARANGON, L. C., FERREIRA, R. L. C., FELICIANO, A. L. P., APARÍCIO, P. S., JUNIOR, R. F. C. Estrutura da regeneração natural de espécies arbóreas em um fragmento de Mata Atlântica, Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 6, n. 3, p. 483-488, 2011.

BRANCALION, P.H.S.; VIANI, R.; RODRIGUES, R.R; GANDOLFI, S. Avaliação e monitoramento de áreas em processo de restauração. In: Martins SV, editor. *Restauração ecológica de ecossistemas degradados*. 2. ed. Viçosa: Editora UFV; 2015.

BRANDÃO, C. F. L. S. **Estrutura do componente arbóreo e da regeneração natural em fragmentos de floresta atlântica de diferentes tamanhos, em Sirinhaém, Pernambuco**. 2013. 108 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.

BROWER, J. E.; ZAR., J. H. **Field and laboratory methods for general ecology**. 2.ed. Iowa: Wm. C. Brown, 1984. 226 p.

GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V. Theoretical bases os the forest ecological restoration. In: RODRIGUES, R. R.; MARTINS, S. V.; GANDOLFI, S. (Ed.). **High diversity forest restoration in degraded areas**. New York: Nova Science Publishers, 2007. p. 27-60.

GARCIA, C. C. REIS, M. G. F., REIS, G. G., PEZZOPANE, J. E. M., LOPES, H. N. S., RAMOS, D. C. Regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de floresta estacional semidecidual montana, no domínio da mata atlântica, em Viçosa, MG. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 677-688, 2011.

IMAÑA-ENCINAS, J.; CONCEIÇÃO, C. A.; SANTANA, O. A.; IMAÑA, C. R.; PAULA, J. E. Distribuição diamétrica de um fragmento de Floresta Atlântica no município de Santa Maria de Jetibá, ES. **Floresta**, v. 43, n. 3, p. 385-394, 2013.

LIMA, R. B. A. **Estrutura, regeneração natural e ciclagem de nutrientes em floresta ombrófila densa das terras baixas, na zona da mata de Pernambuco**. 2017. 150 f.: il. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Recife, BR-PE, 2017.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley, 1974, 574 p.

NASCIMENTO, I. S.; LEITE, M. J. H.; LIMA, T. L.; SILVA, A. C. B. L. **Riqueza e Diversidade de Espécies de Fragmentos de Floresta Ombrófila Densa no Estado de Pernambuco**. Anais... VIII Simpósio Brasileiro de Pós-Graduação em Ciências Florestais - UFRPE, Recife, 2014.

SILVA, W. C., MARANGON, L. C., FERREIRA, R. L. C., FELICIANO, A. L. P., JUNIOR, R. F. C. Estudo da regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de floresta ombrófila densa, Mata das Galinhas, no município de Catende, zona da mata sul de Pernambuco. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 4, p. 321-331, 2007.

SILVA, K. A.; MARTINS, S. V.; MIRANDA NETO, A.; DEMOLINARI, R. A.; LOPES, A. T. Restauração Florestal de uma Mina de Bauxita: Avaliação do Desenvolvimento das Espécies Arbóreas Plantadas. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 3, p. 309-319, 2016.

SOUZA, R. N. **Dinâmica e distribuição diamétrica de espécies arbóreas em fragmento florestal, São Lourenço da Mata – PE**. 2017. 72 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Recife, BR-PE, 2017.

TROPICOS. **Missuori Botanical Garden's VAST – MOBOT**. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/Home.aspx>>. Acesso em: 06 de jan. de 2019.

AVALIAÇÃO FÍSICA DO SOLO EM FLORESTA PLANTADA DE *eucalyptus sp* VS FLORESTA NATIVA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 28/08/2020

Thyerre Vinicius dos Santos Mercês

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Cruz das Almas – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/3146287136912397>

Camilla Sabine Silva Santos

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Cruz das Almas – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/4730396282503349>

Catiúrsia Nascimento Dias

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Cruz das Almas – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/8394104092310992>

Elton da Silva Leite

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Cruz das Almas – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/0543412587843541>

Bruna Thayná Ferreira da Silva

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Cruz das Almas – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/5743875144102254>

Felipe Mendes Magalhães

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Cruz das Almas – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/7830348376627356>

Michelle Luan Gonçalves Santiago

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Cruz das Almas – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/2870365690578839>

RESUMO: A alta demanda mundial por celulose e outros produtos provenientes de floresta plantada levou a um aumento na quantidade de hectares cultivados, com isso o manejo adotado de maneira incorreta nos cultivos e o alto emprego de maquinários durante este processo acarreta a compactação do solo. O que torna importante realizar o estudo de parâmetros que estejam envolvidos na avaliação da compactação, de modo a adequar práticas de manejo que causem menor impacto. Sendo assim, o objetivo do nosso trabalho foi avaliar dois parâmetros (UG - Umidade Gravimétrica e DS - Densidade do Solo) e comparar com um sistema floresta nativa como parâmetro de compactação natural do solo. O estudo foi conduzido no município de Cruz das Almas, Bahia. Foram coletadas com o auxílio de um trado holandês sete amostras de forma aleatória na profundidade de 0-0,20m para avaliação da umidade e densidade de partículas do solo. Após a coleta, as amostras deformadas dos solos foram transportadas em sacos plásticos identificados e levados até o laboratório de solos da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Todos os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pelo teste Tukey a 5% de significância pelo programa Sisvar. Para isso foi realizada a ANOVA, na qual obteve uma diferença significativa com o $P > F_c$. A partir daí foi realizado o teste de Tukey para Umidade Gravimétrica e Densidade do Solo. A UG da floresta plantada obteve média de 19.683350 e a nativa média de 21.694710, mesmo próximas elas apresentaram diferença significativa entre as duas áreas de floresta. Para a DS o resultado da floresta plantada foi de 2.46 g/cm³, já na floresta

nativa o resultado encontrado foi 2.40 g/cm^3 , não apresentando diferença significativa entre as mesmas. Desse modo, apenas a umidade gravimétrica apresentou diferença significativa entre os dois tipos de florestas.

PALAVRAS-CHAVE: Solo florestal, Água disponível, Resistência, Densidade.

PHYSICAL EVALUATION OF SOIL IN PLANTED FOREST OF *Eucalyptus sp* VS NATIVE FOREST

ABSTRACT: The great world demand for cellulose and other products from the planted forest has led to an increase in the number of hectares cultivated, with this, the incorrectly adopted management in the crops and the high use of machinery during this process leads to soil compaction. This makes it important to study the parameters that are involved in the compaction assessment, in order to adapt management practices that cause less impact. Therefore, the objective of our work was to evaluate two parameters (UG - Gravimetric Humidity and DS - Soil Density) and compares it with a native forest system as a parameter for natural soil compaction. The study was carried out in the municipality of Cruz das Almas, Bahia. Seven samples were collected with the aid of a Dutch drill at random at a depth of 0-0.20m to assess soil moisture and particle density. After collection, the deformed soil samples were transported in identified plastic bags and taken to the soil laboratory of the Federal University of Recôncavo da Bahia. All data obtained were submitted to statistical analysis by the Tukey test at 5% significance using the Sisvar program. For this, ANOVA was performed, in which a significant difference was obtained with $Pr > F_c$. Thereafter, the Tukey test for Gravimetric Humidity and Soil Density was performed. The UG of the planted forest obtained an average of 19.683350 and the of native average of 21.694710, even nears, showed a significant difference between the two forest areas. For the DS, the result of the planted forest was 2.46 g / cm^3 , while in the native forest the result found was 2.40 g / cm^3 , with no significant difference between them. That way, just only gravimetric humidity showed a significant difference between the two types of forest.

KEYWORDS: Forest soil, Available water, Resistance, Density.

1 | INTRODUÇÃO

O solo mineral é constituído por um conjunto de partículas sólidas de natureza mineral e orgânica, ar e água, que formam um sistema sólido-gasoso-líquido. Um solo será considerado fisicamente ideal para o desenvolvimento de plantas quando apresentarem uma boa retenção de água, bom arejamento, um bom suprimento de calor e pouca resistência ao crescimento radicular (REINERT, REICHERT; 2006).

A umidade presente no solo tem influência nos processos hidrológicos de superfície e transporte de sedimentos, pois participa diretamente separação de precipitação em infiltração e no escoamento superficial (ÁVILA et al., 2010). Por tanto a umidade atua diretamente no sistema solo-atmosfera, assim demonstrando a importância do seu estudo para que seja elaborado um sistema de cultura onde ocorra a conservação do solo e da água.

A densidade do solo tem seu uso voltado principalmente como indicador da compactação do solo, sendo usada para mensurar alterações da estrutura e porosidade do solo (REINERT, REICHERT; 2006). Segundo o mesmo autor, os componentes que predominam em solos minerais apresentam valores de densidade em torno de 2,65 g cm⁻³, exceção quando tem teor de matéria orgânica ou óxidos de Fe e Al altos.

Com isto, o objetivo do estudo foi avaliar a umidade gravimétrica e a densidade do solo em dois tipos diferentes de florestas, sendo estas floresta plantada e uma floresta nativa.

2 | METODOLOGIA

O estudo foi conduzido no município de Cruz das Almas, Bahia, cidade localizada no Recôncavo da Bahia e com coordenadas geográficas 39°05'28"W e 12°41'50,44"S e altitude de 226 metros. O clima da região é do tipo tropical quente e úmido, segundo a classificação de Köppen. Os solos predominantes na região são o Latossolo e Argissolo ambos, distrocoeso típico. A análise geoestatística compreendeu pela amostragem aleatória de sete pontos amostrais em diferentes sistemas de uso e manejo do solo (Tabela 1).

As amostras foram coletadas com o auxílio de um trado holandês na profundidade de 0 - 0,20m para avaliação da umidade e densidade de partículas do solo, ambas determinadas de acordo com os métodos estabelecidos por Teixeira et al. (2017).

Após a coleta, as amostras deformadas dos solos foram transportadas em sacos plásticos identificados e levados até o laboratório de solos da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – Campus Cruz das Almas, para a determinação dos atributos físicos do solo. Todos os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pelo teste Tukey a 5% de significância pelo programa Sisvar.

Sistema	Manejo
Floresta de <i>eucalyptus sp</i>	O espaçamento inicial das árvores de 1,5 x 1,5 metros, a floresta de <i>eucalyptus sp</i> e ao longo do tempo foram derrubadas sem critério definido, comprometendo o espaçamento atual. O preparo de solo utilizado foi o plantio direto, sem a adubação do solo. Idade: 50 anos.
Floresta Nativa	Remanescente da Mata Atlântica, a Mata da Cazuzinha ainda guarda atributos originais e sobrevive à política de crescimento ao longo da história local e à política expansionista da exploração de madeira. Este fragmento de floresta nativa ocupa uma área de cerca de 13,7ha.

Tabela 1. Caracterização dos sistemas no município de Cruz das Almas- Bahia.

3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

A análise de umidade e densidade de partículas dos solos demonstram a diferença e similaridade entre as florestas nativas e as florestas plantadas de *eucalyptus sp*, tendo em vista os tratamentos utilizados para as análises dos atributos físicos do solo o resultado mostrou-se significativo. Devido o coeficiente de variação está inferior a 5%, o experimento mostra-se preciso (**tabela 2**).

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
SOLO	1	14.159	14.159	14.840	0.002
Erro	12	11.449	0.954		
Total corrigido	13	25.609			
CV (%) =	4.72				
Média geral:	20.689				

Tabela 2. Análise de variância da umidade gravimétrica nos sistemas de floresta nativa e floresta plantada.

CV- corresponde ao coeficiente de variância.

Na Tabela 3 observa-se o resultado da umidade, onde no solo da floresta de *eucalyptus sp* apresenta uma média de umidade inferior comparado com o solo 3 da floresta nativa. Isto pode ser explicado devido ao crescimento rápido do *eucalipto sp* que exige um gasto elevado de energia que é obtida através da fotossíntese e quanto maior e mais rápido o crescimento da planta maior é o consumo de água, enquanto a vegetação nativa regula, protege e mantém o sistema hídrico, por isto esta diferença de umidade entre os dois tipos de sistemas.

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Floresta Nativa	21.694710	a1
Floresta de <i>eucalyptus sp</i>	19.683350	a2

Tabela 3. Teste de Tukey da umidade gravimétrica nos sistemas floresta nativa e floresta plantada.

As médias seguidas pelas mesmas letras e com números diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey.

De acordo com a estatística aplicada, as médias da densidade de partículas nos tratamentos foram similares entre si, não havendo assim diferença significativa, como observa-se na tabela 4. Na floresta plantada de *eucalyptus sp* a densidade do solo foi de

aproximadamente 2.46 g/cm³, já na floresta nativa o resultado encontrado foi 2.40 g/cm³. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Islam & Weil (2000), que constataram um valor médio da densidade significativamente maior em área cultivada comparada com solo sob floresta natural.

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
Floresta de <i>eucalyptus sp</i>	2.466641	a1
Floresta Nativa	2.407520	a1

Tabela 4. Teste de Tukey da densidade dos sistemas

As médias seguidas pelas mesmas letras e números na coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey.

Uma possível explicação para este resultado é que a maior densidade nos solos cultivados está relacionada com a compactação do solo pelo tráfego de máquinas e implementos (Hajabbasi et al., 1997; Hartemink, 1998; Cavenage et al., 1999), com a redução dos teores de matéria orgânica (Silva & Kay, 1997; Dalal & Chan, 2001) e com a menor estabilidade da estrutura do solo (Horn et al., 1995). O aumento da densidade do solo na área cultivada também pode ser explicado pela redução nos teores de matéria orgânica em comparação com o solo sob mata nativa.

4 | CONCLUSÃO

Para as características físicas estudadas, apenas a umidade gravimétrica apresentou diferença significativa entre os dois tipos de florestas, tendo a floresta plantada uma média de umidade inferior ao da floresta nativa. O sistema de uso *eucalyptus sp* apresentou um maior resultado quando o quesito estudado foi a densidade de partículas, mas não apresentou significância na cama de 0 – 0,20m quando comparado a densidade da floresta nativa.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, L. F.; MELLO, C. R. & SILVA, A. M. **Continuidade e distribuição espacial da umidade do solo em bacia hidrográfica da Serra da Mantiqueira**. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, 14:1257-1266, 2010.

CAVENAGE, A.; MORAES, M. L. T.; ALVES, M. C.; CARVALHO, M. A. C.; FREITAS, M. L. M. & BUZETTI, S. **Alterações nas propriedades físicas de um latossolo vermelho-escuro sob diferentes culturas**. R. Bras. Ci. Solo, 23:997-1003, 1999.

DALAL, R. C. & CHAN, K. Y. **Soil organic matter in rainfed cropping systems of the Australian cereal belt.** Aust. J. Soil Res., 39:435-464, 2001.

HAJABBASI, M. A.; JALALIAN, A. & KARIMZADEH, H. R. **Deforestation effects on soil physical and chemical properties, Lordegan, Iran.** Plant Soil, 190:301-308, 1997.

HARTEMINK, A. E. **Soil chemical and physical properties as indicators of sustainable land management under sugar cane in Papua New Guinea.** Geoderma, 85:283 - 306, 1998.

HORN, R.; DOMZAL, H.; SLOWINSKA-JURKIEWICZ, A. & van OUWERKERK, C. **Soil compaction processes and their effects on the structure of arable soils and the environment.** Soil Tillage Res., 35:23-36, 1995.

ISLAM, K. R. & WEIL, R. R. **Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh.** Agric. Ecosys. Environ., 79:9-19, 2000.

REINERT, D. J. & REICHERT, J. M. **Propriedades Físicas do Solo.** Santa Maria: Departamento de Solos, UFSM. 18 p. 2006.

SILVA, A. P. & KAY, B. D. **Estimating the leas limiting water range of soil from properties and management.** Soil Sci. Soc. Am. J., 61:877-883, 1997.

SIMÕES, S. S.; SILVA, L. R. O.; MARTINS, M. L. L. **Rubiaceae da Mata da Cazuzinha, Cruz das Almas, Bahia.** In: 64º Congresso Nacional de Botânica, 2013, Belo Horizonte.

TEIXEIRA, Paulo César et al. **Manual de Métodos de Análise de Solo.** Embrapa Solos-Livro técnico (INFOTECA-E), 2017.

CAPÍTULO 7

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DO SUB-BOSQUE LENHOSO DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA SECUNDÁRIA NO MUNICÍPIO DE IGARASSU - PE

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 28/06/2020

Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto

Universidade Federal de Alagoas, Campus de
Engenharias e Ciências Agrárias
Rio Largo - AL
<http://lattes.cnpq.br/9783177648517463>

Maria Amanda Menezes Silva

Instituto Federal de Quixadá
Quixadá - CE
<http://lattes.cnpq.br/9541390261502661>

Diogo José Oliveira Pimentel

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Ciência Florestal
Recife - PE
<http://lattes.cnpq.br/9536604835242289>

Maria José de Holanda Leite

Universidade Federal de Alagoas, Campus de
Engenharias e Ciências Agrárias
Rio Largo - AL
<http://lattes.cnpq.br/9553311470144119>

Camila Alexandre Cavalcante de Almeida

Universidade Federal de Alagoas, Campus de
Engenharias e Ciências Agrárias
Rio Largo - AL
<http://lattes.cnpq.br/6256791748350609>

Mayara Dalla Lana

Instituto Federal de Pernambuco
Garanhuns - PE
<http://lattes.cnpq.br/2920207036414460>

Carlos Frederico Lins e Silva Brandão

Universidade Federal de Alagoas, Campus de
Engenharias e Ciências Agrárias
Rio Largo - AL
<http://lattes.cnpq.br/6621326598935661>

Régis Villanova Longhi

Universidade Federal de Alagoas, Instituto de
Ciências Biológicas e da Saúde
Maceió - AL
<http://lattes.cnpq.br/3864970474278711>

Tamires Leal de Lima

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Ciência Florestal
Recife - PE
<http://lattes.cnpq.br/9203910574468480>

Anderson Francisco da Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Ciência Florestal
Recife - PE
<http://lattes.cnpq.br/7441005507581573>

Gabriel Paes Marangon

Universidade Federal do Pampa, Campus São
Gabriel
São Gabriel - RS
<http://lattes.cnpq.br/0522565365617852>

Maria Jesus Nogueira Rodal

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Ciências Biológicas
Recife - PE
<http://lattes.cnpq.br/2149968509524149>

RESUMO: A Mata Atlântica, mesmo reduzida, é uma das áreas prioritárias de conservação mundial por possuir uma enorme biodiversidade. Um grande desafio a ser vencido pelas estratégias de conservação e recuperação da biodiversidade está no conhecimento sobre o funcionamento, a estrutura e composição dos remanescentes florestais. Assim, o presente estudo teve como objetivo realizar o levantamento florístico do sub-bosque lenhoso de um fragmento de Floresta Atlântica com 5 anos após o abandono do plantio de cana-de-açúcar. Este trabalho foi realizado em um fragmento florestal que se encontram na Usina São José (USJ), situada na Zona da Mata Norte de Pernambuco, município de Igarassu, Pernambuco. Para realizar o levantamento florístico foram instaladas 30 parcelas de 5 x 5 m no vértice de parcelas maiores de 10 x 10 m onde foi amostrado o componente arbóreo. Nessas unidades foram amostrados todos os indivíduos lenhosos (árvores e arbustos) com perímetro do caule ao nível do solo (PNS) > 3 cm e < 15 cm, que correspondem ao diâmetro de 0,95 a 4,77 cm, sem limite de altura. No fragmento amostrado, foram registradas 40 taxa, 31 identificados no nível específico, 5 em nível de gênero e quatro em nível de família, distribuídos por 32 gêneros e 25 famílias. Sendo apresentadas em 30 espécies arbóreas, 9 arbustos e uma liana, mostrando a grande representatividade dos indivíduos jovens das espécies arbóreas do dossel. As famílias Myrtaceae (8) e Melastomataceae (5) apresentaram maior riqueza. Considerando-se que as espécies pioneiras e secundárias iniciais predominaram pode-se perceber que a área estudada apresenta características de uma floresta em estágio inicial no desenvolvimento sucessional.

PALAVRAS-CHAVE: Flora, Conservação, Estrato inferior.

FLORISTIC COMPOSITION OF THE WOODEN UNDER-FOREST OF A SECONDARY FOREST FRAGMENT IN THE MUNICIPALITY OF IGARASSU - PE

ABSTRACT: The Atlantic Forest, even reduced, is one of the priority areas for global conservation because it causes enormous biodiversity. forestry. Thus, this study aimed to carry out a sub-forest floristic survey of a fragment of the Atlantic Forest 5 years after abandoning the planting of sugarcane. This work was carried out in a forest fragment that was located at Usina São José (USJ), located in the Zona da Mata Norte of Pernambuco, in the municipality of Igarassu, in Pernambuco. To carry out the floristic survey, 30 plots of 5 x 5 m were installed without vertex of larger plots of 10 x 10 m where it was sampled or a tree component. In these units, all trees (shrubs and bushes) with stem perimeter at ground level (PNS) > 3 cm and < 15 cm were sampled, reaching a diameter of 0.95 to 4.77 cm, with no height limit. In the sampled fragment, 40 taxa were registered, 31 registered at the specific level, 5 at the gender level and four at the family level, distributed among 32 genders and 25 families. Being included in 30 tree species, 9 shrubs and a liana, showing a large representation of young individuals of the canopy tree species. The families Myrtaceae (8) and Melastomataceae (5) showed greater wealth. Developing as preferred pioneer and secondary species can perceive that the studied area presents characteristics of a forest in the initial stage without successional development.

KEYWORDS: Flora, Conservation, Lower stratum.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente a área coberta apenas por Mata Atlântica no Brasil é de 16.264.674 hectares e em Pernambuco possui uma área de 195.659 hectares desse bioma, correspondendo a 11,6% de seu território (Fundação SOS Mata Atlântica, 2018). O aumento do desmatamento da Mata Atlântica mostra que a destruição do meio ambiente não tem ocorrido apenas na Amazônia. E o fato é preocupante, já que restam apenas 12,4% da Mata Atlântica, o bioma é o que mais perdeu floresta no país até hoje (Fundação SOS Mata Atlântica, 2019).

A Mata Atlântica, mesmo reduzida, é uma das áreas prioritárias de conservação mundial por possuir uma enorme biodiversidade, um conjunto de ecossistemas ecologicamente importantes com um alto grau de endemismo e espécies ameaçadas de extinção (Forzza et al., 2012). Essa fragmentação florestal gera diminuição na extensão espacial do bioma, promovem a heterogeneidade ambiental e afetam a quantidade e a qualidade dos habitats (GARCIA, 2012).

Um grande desafio a ser vencido pelas estratégias de conservação e recuperação da biodiversidade está no conhecimento sobre o funcionamento, a estrutura e composição dos remanescentes florestais (DURIGAN, 2012). Dessa forma tem-se a necessidade de estudos que descrevam a florística destes ecossistemas, sendo esse o primeiro passo para estes processos (OLIVEIRA, 2016). A coleta de material botânico para identificação maximiza o número de plantas catalogadas no País, enriquecendo o conhecimento sobre a biodiversidade vegetal brasileira (NUNES, 2012).

Os sub-bosques são compostos por um conjunto de espécies vegetais de baixa estatura que cresce em nível abaixo do dossel florestal (ONOFRE et al., 2010), neles pode ter uma grande riqueza específica com espécies de menor biomassa e altura comparadas às espécies de dossel (HOLLUNDER et al., 2015). Apesar da grande importância deste estrato, os estudos na Mata Atlântica tendem a destacar o dossel, sendo escassas as pesquisas com essa vegetação.

Assim, o presente estudo teve como objetivo realizar o levantamento florístico do sub-bosque lenhoso de um fragmento de Floresta Atlântica com 5 anos após o abandono do plantio de cana-de-açúcar.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Este trabalho foi realizado em um fragmento florestal que se encontram na Usina São José (USJ) (07°54'17"- 07°54'41"S, 34°54'17"- 35°05'07"), situada na Zona da Mata Norte de Pernambuco, município de Igarassu, Pernambuco, em domínio de Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2012). A floresta é resultado de sucessão em áreas abandonadas

após cultivo de cana-de-açúcar (5 anos). O clima local é do tipo As' (quente e úmido), com temperatura média anual de 24,9°C, precipitação média de 1687 mm (Laboratório de Meteorologia de Pernambuco – LAMEPE/ITEP). A formação geológica é do Grupo Barreiras, de idade plio-pleistocênica, com solos predominantemente arenosos e relevo fortemente ondulado (CPRH, 2003).

2.2 Coleta e análise dos dados

Foram instaladas 30 parcelas de 5 x 5 m no vértice de parcelas maiores de 10 x 10 m onde foi amostrado o componente arbóreo. Nessas unidades foram amostrados todos os indivíduos lenhosos (árvores e arbustos) com perímetro do caule ao nível do solo (PNS) > 3 cm e < 15 cm, que correspondem ao diâmetro de 0,95 a 4,77 cm, sem limite de altura. Todas as espécies amostradas tiveram seus ramos férteis ou estéreis coletados, secos em estufa a 50°C, e suas exsicatas foram depositadas no Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR). A lista de espécies foi elaborada de acordo com a família, com informações sobre os hábitos de plantas e localidades de ocorrência. A classificação do estágio sucessional (ES) foi realizada de acordo com Budowski (1965), foram distribuídas em: pioneira (P), secundária inicial (SI), secundária tardia (ST) e clímax (CL).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

No fragmento amostrado, foram registradas 40 taxa, 31 identificados no nível específico, 5 em nível de gênero e quatro em nível de família, distribuídos por 32 gêneros e 25 famílias (Tabela 1). Sendo apresentadas em 30 espécies arbóreas, 9 arbustos e uma liana, mostrando a grande representatividade dos indivíduos jovens das espécies arbóreas do dossel.

As famílias Myrtaceae (8) e Melastomataceae (5) apresentaram maior riqueza de espécies. Essas famílias são consideradas típicas de sub-bosque, Melastomataceae apresentando mais espécies pioneiras, enquanto Myrtaceae teria mais espécies tolerantes à sombra (Tabarelli e Mantovani, 1999). Myrtaceae foi a família com maior porcentagem de espécies (19,5%) e de indivíduos (23,44%). A grande representatividade da família Melastomataceae, principalmente o gênero *Miconia* (3) indica claramente a característica de estádios iniciais de regeneração (Tabarelli et al., 1993).

Comparando esses resultados com o de Gomes et al. (2009) realizado na mesma região analisando sub-bosque lenhoso, notou-se uma semelhança em termos de famílias com maior riqueza de espécies, apesar do local amostrado possuir um tempo de regeneração maior em relação à área avaliada. Entre os gêneros com maior número de espécies, destacam-se *Miconia* e *Myrcia*. *Hirtella racemosa* Lam. (74) e *Psidium guineense* Sw. (50) apresentaram o maior número de indivíduos por espécie. Espécies essas características da fase inicial da sucessão.

Quanto à classificação sucessional das espécies, a maioria foi enquadrada na categoria de pioneiras (37,5%), seguida das secundárias iniciais (22,5%), sem caracterização (22,5%), secundárias tardias (15%) e clímax (2,5%) (Tabela 1). Nunes et al. (2003) relataram que a porcentagem elevada de pioneiras e secundárias iniciais em uma área pode ser explicada por algum tipo de fragmentação, distúrbio ou perturbação ocorrida anteriormente. Esse cenário é esperado na área avaliada, pois apresenta apenas cinco anos de abandono após o plantio de cana-de-açúcar.

Família	Espécie	Nº de ind.	Hábito	ES
ANACARDIACEAE	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	11	Árboreo	P
ANNONACEAE	<i>Guatteria schomburgkiana</i> Mart.	7	Árboreo	ST
	<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	8	Árboreo	P
APOCYNACEAE	<i>Himatanthus phagedaenicus</i> (Mart.) Woodson	2	Árboreo	P
ARALIACEAE	<i>Scheffera morotoni</i> (Aubl.) Magari , Sleyrm & Frodim	14	Árboreo	SI
ARECACEAE	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	3	Árboreo	
ASTERACEAE	Asteraceae	4	Árbusto	SC
BURSERACEAE	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	5	Árboreo	P
CHRYSOBALANACEAE	<i>Hirtella racemosa</i> Lam.	74	Árbusto	SI
CLUSIACEAE	<i>Clusia nemorosa</i> G.Mey	1	Árboreo	ST
	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	32	Árboreo	P
DILLENACEAE	<i>Tetracera</i> sp.	2	Liana	SC
EUPHORBIACEAE	<i>Pera ferruginea</i> (Schott) Müll. Arg.	13	Árboreo	SI
FABACEAE – MIMOSOIDEAE	<i>Abarema cochliocarpos</i> (Gomez) Barneby & Grimes	1	Árboreo	ST
FABACEAE – PAPILIONOIDEAE	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	5	Árboreo	P
LAMIACEAE	<i>Aegiphila</i> sp.	10	Árbusto	P
LECYTHIDACEAE	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Miers.	11	Árboreo	ST
LOGANIACEAE	<i>Strychnos</i> sp.	1	Árbusto	SC
MALPIGHIACEAE	<i>Byrsonima sericea</i> A.DC.	7	Árboreo	SI
MELASTOMATACEAE	<i>Clidemia hirta</i> (L.) D.	2	Árbusto	
	<i>Henriettea succosa</i> (Aubl.) DC.	5	Árboreo	SI
	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	42	Árbusto	P
	<i>Miconia ciliata</i> (Rich.) DC.	1	Árbusto	P
	<i>Miconia minutiflora</i> (Bonpl.) DC.	5	Árboreo	SI
MYRSINACEAE	<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.	2	Árboreo	P
MYRTACEAE	<i>Campomanesia dichotoma</i> (O.Berg) Mattos	23	Árboreo	ST

	<i>Eugenia puniceifolia</i> (HBK) DC.	13	Arbóreo	P
	<i>Eugenia</i> sp.	1	Arbóreo	SC
	<i>Myrcia racemosa</i> (O.Berg) Kiaersk.	3	Arbóreo	CL
	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	1	Arbóreo	P
	<i>Myrcia sylvatica</i> (G.Mey.) DC.	1	Arbóreo	SI
	<i>Psidium guineense</i> Sw.	50	Arbóreo	SI
	Myrtaceae	4	Arbóreo	SC
POLYGONACEA	Polygonaceae	1	Arbóreo	SC
SALICACEAE	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	3	Arbusto	SI
SAPINDACEAE	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.-Hil., A.Juss. & Cambess.) Radlk.	1	Arbóreo	P
	<i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk.	18	Arbóreo	ST
	<i>Talisia esculenta</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	14	Arbóreo	P
SOLANACEAE	<i>Solanum</i> sp.	17	Arbusto	SC
SAPOTACEAE	Sapotaceae	1	Arbóreo	SC

Tabela 1 – Espécies registradas no fragmento de floresta secundária com 5 anos de abandono após o plantio de cana-de-açúcar, localizada na Usina São José, município de Igarassu, Pernambuco. Estádio sucessional (ES): Pioneira (P), Secundária inicial (SI), Secundária tardia (ST), Clímax (CL), Sem classificação (SC).

4 | CONCLUSÕES

Considerando-se que as espécies pioneiras e secundárias iniciais predominaram pode-se perceber que a área estudada apresenta características de uma floresta em estágio inicial no desenvolvimento sucessional.

REFERÊNCIAS

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical American rain forest species in the light of sucessional processes. **Turrialba**, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.

CPRH (Companhia Pernambucana do Meio Ambiente). **Diagnóstico socioambiental do litoral norte de Pernambuco**. Recife: CPRH, 2003. 87p.

Forzza, R.C.; Leitman, P.M.; Costa, A.F.; Carvalho Jr., A.A.; Peixoto, A.L.; Walter, B.M.T.; Bicudo, C.; Zappi, D.; Costa, D.P.; Lleras, E.; Martinelli, G.; Lima, H.C.; Prado, J.; Stehmann, J.R.; Baumgratz, J.F.A.; Pirani, J.R.; Sylvestre, L.; Maia, L.C.; Lohmann, L.G.; Queiroz, L.P.; Silveira, M.; Coelho, M.N.; Mamede, M.C.; Bastos, M.N.C.; Morim, M.P.; Barbosa, M.; Menezes, M.; Hopkins, M.; Secco, R.; Cavalcanti, T. B. & Souza, V.C. 2012. Introdução. In: **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/>>. Acesso em 20/06/2020.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE).

Relatório anual. São Paulo, 2018. 65p. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2019/11/RA_SOSMA_2018_DIGITAL.pdf>. Acesso:26/06/2020.

GARCIA, P.O. **Rotatividade da comunidade arbórea em fragmento de mata atlântica e correlações com fatores edáficos, topográficos, bióticos e ecológicos.** 2012. 144f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras, 2012.

GOMES, J. S.; SILVA, A. C. B. L.; RODAL, M. J. N.; SILVA, H. C. H. Estrutura do sub-bosque lenhoso em ambientes de borda e interior de dois fragmentos de Floresta Atlântica em Igarassu, Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, n. 2, p. 295-310, 2009.

HOLLUNDER, R. K.; MARTINS, K. G. G; LUBER, J.; FERREIRA, R. S. CARRIJO, T. T.; MENDONÇA, E. D. S.; GARBIN, M. L. Avaliação da associação entre espécies de sub-bosque e variação topográfica em um fragmento de Floresta Atlântica. **Acta Scientiae et Technicae**, v. 2, n. 2, p.0, 2015.

IBGE – (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Manual técnico da vegetação brasileira. **Manuais técnicos em Geociências**, 1. Rio de Janeiro: IBGE. 91p. 1992.

NUNES, J. **Levantamento fitossociológico da vegetação de pequenos fragmentos de floresta estacional semidecidual no município de Medianeira, PR.** 2012. 48 f. Monografia (Graduação em Gestão Ambiental). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2012.

OLIVEIRA, L.P. **Contribuição para conservação da APA do lago de Pedra do Cavalo - BA.** 2016. 63f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2016.

ONOFRE, F.; ENGEL, V. L.; CASSOLA, H. Regeneração natural de espécies da Mata Atlântica em sub- bosque de *Eucalyptus saligna* Smith. em uma antiga unidade de produção florestal no Parque das Neblinas, Bertioga, SP. **Scientia Forestalis**, v. 35, n. 88,p. 39-52, 2010.

TABARELLI, M.; VILLANI, J. P. & MANTOVANI, W. Aspectos da sucessão secundárias em floresta atlântica no Parque Estadual da Serra do Mar, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 5, n. 1, p.99-112, 1993.

CAPÍTULO 8

CONTROLE BIOLÓGICO EM FLORESTAS PLANTADAS: CONCEITOS, AVANÇOS E PERSPECTIVAS

Data de aceite: 01/10/2020

Jade Cristynne Franco Bezerra

Programa de Pós Graduação em produção vegetal (Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0001-6844-0131>

Thiele Sides Camargo

Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0002-5022-1050>

Ernandes Macedo da Cunha Neto

Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0001-6775-0365>

Débora Monteiro Gouveia

Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Centro Oeste, Irati, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0003-2209-9729>

Emmanoella Costa Guaraná Araujo

Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0002-4493-904X>

Claudia Maia de Andrade

Programa de Pós Graduação em Gestão e Produção Sustentável de Florestas, Universidade Estadual do Pará, Paragominas, Pará, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0002-3377-2598>

Fellipe Kennedy Alves Cantarelli

Programa de Pós Graduação em produção vegetal (Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0003-2728-9804>

Samia Rayara de Sousa Ribeiro

Programa de Pós Graduação em produção vegetal (Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0002-7329-9029>

Lorena Karine Gomes Noronha

Programa de Pós Graduação em produção vegetal (Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0003-0088-2376>

Marcela Maria Zanatta

Programa de Pós Graduação em produção vegetal (Agronomia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0002-0182-6061>

Lara Welter da Silva

Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Centro Oeste, Irati, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0003-3437-1881>

Gustavo Antônio Ruffeil Alves

Universidade Federal Rural da Amazônia, Paragominas, Pará, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0003-2802-2036>

RESUMO: O controle biológico (CB) é um método complementar que favorece o Manejo Integrado de Pragas com base na redução das populações de insetos-praga ou patógeno por meio da introdução e seus inimigos naturais no ambiente. Este manejo diminui o contato dos produtores aos agentes químicos, possibilita o baixo risco em relação à poluição ambiental, favorecendo a produção sustentável e garantindo a certificação florestal. O controle biológico se baseia em estudos sobre a interação dos agentes entomófagos (predadores e parasitoides) e entomopatógenos (patógenos). O pinus e o eucalipto são as espécies mais plantadas no Brasil, para que haja boa produtividade, é necessário um manejo adequado que amenize os fatores limitantes como as pragas e as doenças. No Brasil há uma crescente tendência no uso do controle biológico, no entanto, ainda existem poucos profissionais especializados na área. Com o tempo, espera-se que os custos da produção de produtos biológicos, bem como sua aplicação sejam reduzidos, assim, o cenário do Manejo Integrado de Pragas é promissor, de tal maneira que a intensificação de pesquisas na área, bem como a especialização de profissionais possibilitará o controle de pragas florestais sem prejuízo ao meio ambiente, favorecendo a produtividade e a sustentabilidade dos recursos florestais.

PALAVRAS-CHAVE: Eucalipto, Inimigos naturais, Pinus, Pragas florestais.

BIOLOGICAL CONTROL IN FOREST STANDS: CONCEPTS, ADVANCES AND PERSPECTIVES

ABSTRACT: Biological control is a supplementary method that favors Integrated Pest Management based on reducing pest insects and pathogens populations by introducing them and their natural enemies into the environment. This management reduces producers' contact with chemical agents, allows for low risk in relation to environmental pollution, favoring sustainable production and ensuring forest certification. Biological control is based on studies on the entomophagous agents (predators and parasitoids) and entomopathogens (pathogens) interaction. Pine and eucalyptus are the most planted species in Brazil, for good productivity, adequate management is necessary to mitigate limiting factors such as pests and diseases. In Brazil there is a growing trend in the use of biological control, however, there are still few professionals specialized in the area. Over time, it is expected that the producing biological products costs, as well as their application, will be reduced, thus, the scenario of Integrated Pest Management is promising, so that the intensification of research in the area, as well as the professionals specialization will enable the control of forest pests without damaging the environment, favoring the productivity and sustainability of forest resources.

KEYWORDS: Eucalyptus, Natural enemies, Pinus, Forest pests.

1 | INTRODUÇÃO

O controle de pragas normalmente é feito por meio de agentes químicos que reduzem a população de organismos benéficos (parasitoides, predadores e polinizadores), contaminando o solo e a água, além de gerar resistência das pragas aos ingredientes ativos dos defensivos, exigindo doses mais altas ou produtos mais tóxicos. Atualmente, há crescente utilização do Manejo Integrado de Pragas (MIP), a fim de favorecer a produção sustentável.

Em contrapartida, o controle biológico (CB) é um método suplementar ao químico, favorecendo o MIP, com base na redução das populações de determinado inseto-praga ou patógeno por meio da introdução de seus inimigos naturais no ambiente. Este manejo diminui o contato dos produtores aos agentes químicos, possibilita o baixo risco em relação à poluição ambiental, favorecendo a produção sustentável e garantindo a certificação florestal.

No Brasil, o primeiro artigo publicado com CB foi publicado em 1950, enquanto apenas em 1987 foi comercializado o primeiro agente de CB (BETTIOL; MORANDI, 2009). A partir de então, há uma crescente demanda por produtos biológicos, de tal maneira que esse mercado possui um potencial de evolução de até 20% ao ano (ABCBio, 2016). Entre os anos de 2017 e 2018, houve 77% de crescimento nesse setor, no qual o volume de vendas incrementou de R\$ 262,4 milhões para R\$ 464,5 milhões (LANDGRAF, 2019). Tal crescimento, deve-se principalmente à exaustão de novas moléculas para produtos químicos, bem como a resistência dos insetos-praga e doenças ao efeito dos compostos existentes, além da exigência do mercado global por uma produção economicamente viável, socialmente justa e com danos reduzidos ao meio ambiente (MITTMAN, 2017).

Apesar do crescimento do uso do CB, a sua realização exige uma sequência de eventos (Figura 1): I) a seleção de culturas e inimigos naturais; II) Criação em pequena escala dos insetos-praga e inimigos naturais, a fim da realização de pequenas pesquisas, para definir o hospedeiro adequado, além da biologia, fisiologia, nutrição (bioquímica), biotecnologia, genética e relação hospedeiro/inimigo natural, o que fomentará a criação massal; III) Desenvolvimento da criação massal, a qual é a base do CB; IV) Avaliação do custo/benefício, o qual deve ser equiparável com as demais medidas de controle para a cultura; V) Comercialização e transferência da tecnologia ao usuário, a qual deve ser realizada por profissionais especializados na área (PARRA et al., 2002).

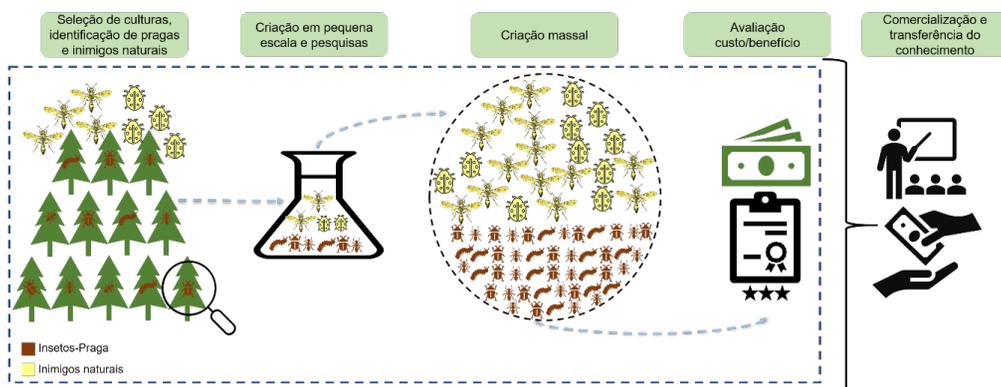


Figura 1: Etapas para elaboração do controle biológico.

Fonte: Adaptado de Parra et al. (2002).

Além disso, existem três tipos de controle biológico: natural, clássico e aplicado. O natural consiste na manutenção natural da densidade populacional de um determinado local pela ação de inimigos naturais já estabelecidos na área, portanto esse controle é permanente. O CB clássico se baseia na introdução e colonização de predadores ou parasitoides para controlar os insetos-praga, enquanto o CB aplicado constitui-se na soltura de uma grande quantidade de parasitoides ou predadores no local, a fim do controle rápido da praga, de tal modo que este tipo é um dos mais aprovados pelos produtores, devido sua ação rápida (BERTI FILHO; MACEDO, 2011).

2 | AGENTES DO CONTROLE BIOLÓGICO

O controle biológico se baseia em estudos sobre a interação de organismos no meio natural e têm como agentes os entomófagos (predadores e parasitoides) e entomopatógenos (patógenos) que irão diminuir o número de insetos-praga. Os predadores são organismos de vida livre durante todo o ciclo de vida, os quais, usualmente, são maiores que as presas (SYMONDSON et al., 2002). Os parasitoides são organismos que parasitam outros seres e os impedem de chegar à fase reprodutiva adulta. Esses organismos passam parte de suas vidas agarrados ou no interior de um único organismo hospedeiro, de forma que os parasitoides matam e consomem seus hospedeiros (SOUZA et al., 2011). Os patógenos referem-se a um microrganismo que vive e se alimenta dentro ou sobre um organismo hospedeiro.

Os predadores e os parasitoides contribuem para o controle da densidade populacional dos insetos-praga e devem apresentar as seguintes características: adaptabilidade às condições físicas do ambiente, grau de especificidade a um determinado hospedeiro/presa, alto crescimento populacional, capacidade de sobreviver nos períodos de ausência do hospedeiro/presa, e habilidade de modificar sua ação em função de sua própria densidade e do hospedeiro/presa (FONTES; VALADARES-INGLIS, 2020).

Os entomopatógenos são fungos, bactérias, vírus, nematoides e protozoários que causam doenças aos insetos. Os fungos são os microrganismos mais frequentemente encontrados atacando insetos. A forma de ação dos fungos pode ser por contato ou via oral. As bactérias contaminam os insetos por via oral, multiplicam-se no interior destes, podendo produzir protoxinas que causam paralisia intestinal e suspensão da alimentação (BERTI FILHO; MACEDO, 2010). Os vírus são utilizados através de bioinseticidas agindo diretamente nas células do intestino, provocando a infecção nos insetos.

Os nematoides como agentes de controle biológico apresentam a vantagem de serem eficientes, principalmente em nível de espécie. Estes indivíduos carregam bactérias tóxicas em seu interior, que por sua vez matam os insetos. Apesar da importância dos protozoários como controladores de insetos, este grupo não tem desenvolvimento satisfatório como inseticida microbiano.

Além desses agentes, diversas substâncias oriundas dos produtos intermediários ou finais do metabolismo secundário de plantas, que podem ser encontradas nas raízes, folhas e sementes podem interferir severamente no metabolismo de outros organismos (MEDEIROS et al., 2005 e TORRES et al., 2006). Essas substâncias bioativas causam impactos variáveis, como repelência, deterrência alimentar e de oviposição, esterilização, bloqueio do metabolismo e interferência no desenvolvimento e retardamento no desenvolvimento do inseto (MEDEIROS, 1990; HERNANDEZ; VENDRAMIM 1998; LANCHER, 2000).

3 I CONTROLE BIOLÓGICO DE INSETOS-PRAGAS EM POVOAMENTOS FLORESTAIS

No Brasil 72,87% das áreas de reflorestamento cultivam as espécies do gênero *Eucalyptus* (IBÁ, 2017; IBGE, 2018), o que se deve ao seu rápido crescimento e adaptação às diversas condições edafoclimáticas do país, assim como os seus múltiplos produtos (McMAHON, et al 2019). Além dessa espécie, destaca-se o cultivo do pinus, o qual é a segunda espécie mais implantada no país (IBGE, 2018).

No entanto, para que haja boa produtividade, é necessário um manejo adequado que amenize os fatores limitantes como os insetos-pragas, podendo estes serem nativos ou exóticos. De modo que a realização do monitoramento e manejo integrado aliado ao controle biológico são importantes para garantir não só produtividade, como também sustentabilidade. Considerando que programas de controle biológico não dependem apenas da produção em larga escala desses inimigos naturais, mas principalmente do sucesso de estabelecimento desses nos plantios (SPÍNOLA-FILHO et al. 2014).

3.1 Controle biológico de pragas em plantios de eucalipto

No Brasil, dentre os principais insetos nativos que atacam a cultura do eucalipto, destacam-se as lagartas desfolhadoras: *Thyriniteina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae) (ZANÚNCIO, 2014), *Oxydia vesulia* (Lepidoptera: Geometridae); e as formigas cortadeiras, principalmente saúvas (gênero *Atta*) e quenquéns (gênero *Acromyrmex*) (ZANETTI, et al 2002). Enquanto para espécies exóticas, destacam-se o psilídeo-de-concha -*Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae); percevejo-bronzeado -*Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé (Hemiptera: Thaumastocoridae), os gorgulhos -*Gonipterus gibberus* e *Gonipterus scutellatus* (Coleoptera: Curculionidae) (SANTOS, et al 2008), e a vespa da galha -*Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae).

Nas lagartas desfolhadoras, a principal é a *T. arnobia*, a qual não possui programa de controle biológico, contudo, estudos sobre entomopatógenos, tais como vírus e *Bacillus thuringiensis* estão sendo desenvolvidos. O único programa de controle biológico existente para lagartas desfolhadoras é a utilização dos predadores do gênero *Podisus* (Heteroptera: Pentatomidae) (PIRES, et 2020), de tal modo que sua eficácia se deve principalmente às

suas características biológicas e alta capacidade de dispersão no campo. Deste gênero, a espécie *Podisus nigrispinus* é a mais estudada e utilizada pelas empresas do país, de tal maneira que a criação massal dessa espécie é realizada com presas alternativas.

As formigas cortam e transportam vegetais para dentro de seus ninhos, para o cultivo de fungos que serve de alimento para as formas jovens e adultas (DELLA LUCIA et al., 2014). Estes insetos são de difícil manejo em plantios jovens, de modo que normalmente utilizam-se métodos mecânicos, que consistem em remover manualmente os ninhos, além de iscas formicidas químicos. Tais iscas apesar de serem mais eficazes, não são uma solução definitiva, pois é necessário a reaplicação do composto em um curto período.

Assim, há propensão no uso de produtos de origem biológica, os quais podem mitigar esse problema definitivamente. Nos últimos anos, são muitos os estudos que utilizam extratos de origem vegetal e fitopatógenos como formicidas (BEZERRA, 2019). Apesar disso, é imprescindível a intensificação de pesquisas aplicadas em campo, a fim de avaliar se há replicabilidade dos resultados obtidos em laboratório. Para as pragas exóticas de eucalipto, normalmente aplica-se o controle biológico clássico, pelo qual inimigos naturais são importados da Austrália. Este método de controle, tem sido o mais eficaz e adequado, de tal maneira que um dos principais desafios é realizar a adaptação desses inimigos naturais nas áreas afetadas.

O psilídeo de concha é uma praga que tem preferência pela espécie *Eucalyptus camaldulensis*, mas pode atacar outras espécies, ocasionando a deformação e redução de tamanho das folhas, além do secamento de ponteiros e presença de fumagina (BRENNAN et al., 1998). Assim, devido à sua preferência pelo *E. camaldulensis*, tem-se utilizado clones resistentes ao psilídeo-de-concha, sendo esta uma alternativa lenta, enquanto o controle biológico é uma alternativa de resposta a curto prazo.

Diversos inimigos naturais foram encontrados em áreas com o psilídeo, tais como: larvas de moscas-sírfídeas (Diptera: Syrphidae) e de bichos lixeiro (Neuroptera: Chrysopidae), joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae) e fungos entomopatogênicos, porém esses agentes ainda são pouco eficientes. Contrapondo, a liberação do parasitóide *Psyllaephagus bliteus* é uma opção avaliada por alguns pesquisadores, os quais procuram realizar sua adaptação em diferentes condições brasileiras. Estudos recentes obtiveram o parasitismo médio de 20% nas áreas onde houve liberação desse parasitóide, podendo chegar em até 70% se bem estabelecido (WILCKEN et al, 2005).

Dentre as pragas exóticas de difícil controle, destaca-se o percevejo bronzeado, *T. peregrinus*, o qual é uma praga sugadora de grande impacto econômico, por possuir alta capacidade reprodutiva, além de ocasionar manchas avermelhadas e perdas expressivas do volume de madeira nos plantios. O controle biológico é a única estratégia efetiva de controle, pelo qual utiliza-se a microvespa, parasitóide de ovos, *Cleruchoidea noackae*, os quais são criados em laboratório (HARVEY; MALCICKA, 2016). Esta vespa apresenta uma taxa média de 40% de parasitismo, sendo necessário a exploração de seu potencial

reprodutivo. A Embrapa Florestas além possuir uma criação massal do inimigo natural e da praga, vem desenvolvendo pesquisas indicando as melhores condições para seu desenvolvimento e desempenho em campo (BARBOSA et al, 2017).

3.2 Controle biológico de pragas em plantios de *Pinus*

Os pulgões são insetos que se alimentam da seiva das plantas, sendo as espécies *Cinara atlantica* W. e *Cinara pinivora* W. as que atingem em povoamentos jovens de *Pinus* spp. no Brasil. As plantas atacadas apresentam significativa redução no crescimento em altura e diâmetro, seca dos brotos e ramos, clorose, superbrotação, queda de acículas, podendo matar as plantas. O programa de controle biológico dessa praga é realizado com o parasitóide *Xenostigmus bifasciatus* (PENTEADO et al., 2004).

Outra praga que atinge o *Pinus* spp. é a vespa-da-madeira, *Sirex noctilio* F. A fêmea realiza a oviposição da larva juntamente com esporos fúngicos e uma secreção fitotóxica no alburno da planta, de tal modo que a larva se alimenta do fungo e forma galerias no tronco, enquanto o fungo ocasiona o manchamento e a podridão da madeira. Além disso, a secreção inserida pela fêmea ocasiona a intoxicação e morte da planta.

Práticas de manejo podem prevenir o ataque vespa-da-maneira, impedindo a sua ocorrência. O controle biológico da vespa-da-madeira é a técnica mais eficiente no seu combate, sendo o nematóide *Deladenus siricidicola* B., o agente biológico responsável por esterilizar as fêmeas de *S. noctilio*. Esse nematóide é comercializado como Nematec, o qual é inoculação em árvores armadilhas para o controle da vespa-da-madeira (PENTEADO et al., 2015).

4 | CONTROLE BIOLÓGICO DE DOENÇAS EM POVOAMENTOS FLORESTAIS

O controle biológico de doenças de plantas teve seu primeiro estudo publicado na década de 50 no Brasil, sendo desenvolvido primeiramente para solucionar problemas fitossanitários em cultivos agrícolas, devido à crescente demanda mundial por alimentos e impulsionado pela busca de alternativas de controle sustentáveis (BETTIOL; MORANDI, 2009). Muitas são as doenças que acometem espécies florestais, desde mudas em viveiros a plantios florestais já estabelecidos, os quais podem sofrer danos significativos de acordo com o grau de severidade da doença.

O mal-das-folhas da seringueira, causado pelo fungo *Microcyclus ulei*, atingem folhas e hastes, causando a morte da planta. Nas décadas de 70 e 80 essa doença dizimou cerca de 75 mil hectares de plantios de seringueira (*Hevea sp.*) destinados ao Programa de Incentivo à Produção de Borracha Vegetal proposto pelo governo na época (GASPAROTTO et al., 1997). As principais medidas empregadas para o controle do mal-das-folhas são o uso de clones resistentes, plantio em áreas livres da doença e o controle químico.

Apesar disso, o controle biológico pode ser aplicado à cultura por meio de bioagentes, como o fungo *Dycima pulvinata*, que parasita estromas e lesões conidiais gerados pelo

patógeno (GASPAROTTO et al., 1997), o qual apresenta eficiência semelhante ao controle químico (DELMADI et al., 2009). O uso de fungos micorrízicos também é uma estratégia que pode tornar a planta menos suscetível a doença (GASPAROTTO et al., 1997). Além disso, os fungos micorrízicos possuem potencial como agente bioprotetor de plantas apresentado pelas ectomicorrizas, principalmente em relação ao ataque de patógenos do solo às raízes, como no caso de *Phytophthora cinnamomi* em *Pinus* spp. (MARX, 1972; AUER; KRÜGER, 1991).

O tombamento de mudas em pinus e eucalipto é um exemplo de doença provocada por patógenos de solo, tais como, *Cylindrocladium candelabrum*, *Fusarium* sp., *Phytophthora* sp., *Pythium* sp. e *Rhizoctonia solani* (AUER et al, 2001; SANTOS et al., 2001), atingindo plantas em estágio inicial de crescimento e destruindo tecidos tenros durante a germinação, o que causa a sua morte (AUER et al., 2001).

A principal forma de controle da doença é a prevenção, sendo priorizada a erradicação de possíveis fontes de inóculo como por exemplo por meio da autoclavagem do substrato e esterilização dos demais materiais a serem utilizados (AUER et al, 2001; SANTOS et al., 2001). A incorporação de fungos ectomicorrízicos em substratos destinados ao plantio de pinus controlam o tombamento causado por *Rhizoctonia solani* (AUER et al., 2001). Além disso, linhagens do fungo *Trichoderma* apresentam resultados eficientes no combate dessa doença em eucalipto (SANTOS et al, 2001).

Adicionalmente, outros estudos comprovam a eficiência dos agentes *Trichoderma*, *Aspergillus* e *Bacillus subtilis* no controle de importantes doenças foliares, como a ferrugem-do-eucalipto (*Austropuccinia psidii*), o oídio (*Oidium* sp.) e a pinta-preta da erva-mate (*Cylindrocladium spathulatum*) (DOS SANTOS et al. 1998; GRIGOLETTI JÚNIOR et al. 2000; GOMES et al. 2001; SBRAVATTI JÚNIOR et. al., 2013).

5 | DESAFIOS E PERSPECTIVAS

Diversos são os desafios para o estabelecimento do controle biológico em florestas plantadas, dentre os quais destacam-se:

- a) Intensificação de pesquisas: Embora existam muitos estudos acerca do controle biológico em culturas agrícolas, nas culturas florestais é incipiente. Além disso, muitas pesquisas de laboratório não são aplicadas em campo, devido à limitação dos recursos, visto que grande parte destes projetos estão restritos a órgãos públicos, nos quais o corte de verba para o setor científico implica diretamente na falta de fomento dessas pesquisas, o que prejudica -mas não impossibilita- o avanço de inovações do controle biológico no manejo integrado de pragas florestais;
- b) Registro de produtos biológicos para culturas florestais: atualmente poucos agroquímicos possuem registro para uso em culturas florestais, principalmente aqueles com base em compostos biológicas;

c) Manejo Integrado: O controle biológico aplicado isoladamente nem sempre atinge a eficiência pretendida, de tal modo que integrá-lo a outros métodos de controle é a alternativa mais viável economicamente, socialmente e ambientalmente. Além disso, o controle biológico age de maneira gradativa, de modo que o seu tempo de resposta é maior tempo em relação ao controle químico, apesar disso, os efeitos do controle biológico podem ser duradouros em longo prazo, quando ocorre o estabelecimento dos inimigos naturais na área;

d) Empresas e profissionais especializados na área: Existem poucas empresas e profissionais especializados em controle biológico, conseqüentemente, existem poucas criações de parasitóides e predadores estabelecidas, o que implica na menor disponibilidade desses produtos;

e) Custos: a aplicação, manutenção, criação e o estabelecimento de agentes para o controle biológico são processos dispendiosos, o que encarece o produto biológico, tornando-o menos atrativo aos produtores;

f) Tecnologias de aplicação em florestas: em plantios adultos a altura das árvores/ folhas é um grande desafio para manejar as pragas e doenças, de tal modo que a aplicação, muitas das vezes, é realizada por aviões ou veículos aéreos não tripulados (VANTS), o que eleva os custos desse processo.

Neste contexto, as perspectivas são que as oportunidades do controle biológico atraia profissionais que empreendem na área e, conseqüentemente, atenda à demanda do mercado, possibilitando a geração de empregos para técnicos capacitados em CB. Além disso, prospecta-se que com a criação de empresas específicas de CB, exista a intensificação de pesquisas em métodos de criação massal, identificação de hospedeiros e inimigos naturais para insetos-pragas, os quais não possuem inimigos naturais determinados, bem como descobertas de novas formulações à base de compostos biológicos. Com o tempo, espera-se que os custos da produção de produtos biológicos, bem como sua aplicação sejam reduzidos, o que favorecerá a intensificação do manejo integrado de pragas na produção florestal, agregando o conceito de sustentabilidade aos seus recursos e facilitando a sua certificação.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil há uma crescente tendência no uso do controle biológico, no entanto, ainda existem poucos profissionais especializados na área. Assim, o cenário do Manejo Integrado de Pragas é promissor, de tal maneira que a intensificação de pesquisas na área, bem como a especialização de profissionais possibilitará o controle de pragas florestais sem prejuízo ao meio ambiente, favorecendo a produção sustentável dos recursos florestais.

REFERÊNCIAS

- ABC BIO – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE CONTROLE BIOLÓGICO. **Mercado de defensivo agrícola biológico tem boas perspectivas no país.** São Paulo: ABCBio, 17 fev. 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/MQ1VPS>>. Acesso em: 25 out. 2016.
- AUER, C. G.; KRUGNER, T. L. Potencial de controle de doenças de plantas com fungos ectomicorrízicos. 1991. In: BETTIOL, W. (Ed) **Controle biológico de doenças em plantas.** Jaguariúna. Embrapa - CNPMA. 1991. pp. 71 - 85.
- AUER, C. G.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; SANTOS, A. F. **Doenças em pinus: identificação e controle.** Embrapa Florestas-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2001.
- BARBOSA, L. R., RODRIGUES, Â. P., DA SILVA SOLER, L., FERNANDES, B. V., E CASTRO, B. M. D. C., WILCKEN, C. F., & ZANUNCIO, J. C. Establishment in the field of *Cleruchoidea noackae* (Hymenoptera: Mymaridae), an exotic egg parasitoid of *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae). **Florida Entomologist**, v. 100, n. 2, p. 372-374, 2017.
- BERTI FILHO, E.; MACEDO, L. P. M. **Fundamentos de controle biológico de insetos-praga.** Natal: IFRN Editora, 2011. 108 p.
- BETTIOL, W.; MORANDI, M. AB. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009.
- BEZERRA, J. C. F. **Avaliação da mortalidade da *Atta laevigata* Smith (Hymenoptera: Formicidae) utilizando o óleo essencial de *Corymbia citriodora* (Hook) Hill & Johnson em condições de laboratório.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal Rural da Amazônia, Paragominas, 2019, 43 p.
- BOVOLINI, M. P. et al. Preventive and curative control of *Oidium eucalypti* in *Eucalyptus benthamii* clonal seedlings. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 42, n. 5, e420504, 2018.
- DELLA LUCIA, T. M. C.; GANDRA, L. C.; GUEDES, R. N. C. Managing leaf-cutting ants: peculiarities, trends and challenges. **Pest Management Science**, v. 70, p. 14- 23, 2014.
- DELMADI, L. C.; CASSETARI NETO, D.; ROCHA, V. F. Avaliação do potencial de uso do hiperparasita *Dicyma pulvinata* (Berk. & M. A. Curtis) no controle biológico do mal-das-folhas [*Microcyclus ulei* (Henn.) Arx] de seringueira [*Hevea brasiliensis* (Wild. ex A. Juss.) Muell. Arg.] EM SÃO JOSÉ DO RIO CLARO, MT. **Ciênc. Florest.**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 183-193, 2009.
- DOS SANTOS, C. F. et al. Sensibilidade in vitro de uredíniosporos de *Puccinia psidii* a *Bacillus subtilis*. **Embrapa Meio Ambiente-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 1998.
- FONTES, E.M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Controle biológico de pragas da agricultura.** Brasília, DF: Embrapa, 2020.
- GASPAROTTO, Luadir et al. **Doenças da seringueira no Brasil.** EMBRAPA-SPI/Manaus: EMBRAPA-CPAA, 1997.
- GOMES, N. S. B., GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; AUER, C. G. Seleção de antagonistas para o controle de *Cylindrocladium spathulatum* em erva-mate. **Embrapa Florestas-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2001.

GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; SANTOS, A. F. dos; AUER, C. G. Perspectivas do uso do controle biológico contra doenças florestais. **Floresta**, v. 30, n. 1/2, 2000.

HARVEY, J. A.; MALCICKA, M. Nutritional integration between insect hosts and koinobiont parasitoids in an evolutionary framework. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 159, n. 2, p. 181-188, 2016.

HERNANDEZ, C.R. & VENDRAMIM, J.D. Uso de índices nutricionais para el efecto insecticida de extratos de Meliáceas sobre *Spodoptera frugiperda*. **Manejo integrado de plagas**, n.48, p.79-88, 1998.

IBÁ - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório 2017**. Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ, p. 80, 2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura - PEVS**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 28 maio. 2020.

LANCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. p. 519.

LANDGRAF, L. **Controle biológico no Brasil tem potencial de crescer 20% ao ano**. Portal EMBRAPA. <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/45574867/controlado-biologico-no-brasil-tem-potencial-de-crescer-20-ao-ano>> acesso em: 19/08/2020.

MARX, D.H. Ectomycorrhizae as biological deterrents to pathogenic root infections. **Annual Review of Phytopathology**, Paio Alto, v.10, p 429-454, 1972.

McMAHON, D. E.; VERGÜTZ, L.; VALADARES, S. V.; SILVA, I. R.; JACKSON, R. B. Soil nutrient stocks are maintained over multiple rotations in Brazilian *Eucalyptus* plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 448, p. 364–375, set. 2019. 10.1016/j.foreco.2019.06.027.

MEDEIROS, A.R.M. Alelopatia: importância e suas aplicações. **Hortisul**, v.1, n.3, p.27-32, 1990

MEDEIROS, C.A.M.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; TORRES, A.L. Efeito de extratos aquosos de plantas na oviposição da traçadada-crucíferas, em couve. **Bragantia**, v.64, n.2, p.227- 232, 2005.

MITTMAN, L. M. Controle BIOLÓGICO bem-vindos inimigos (naturais). **Revista a Granja**, v. 823, n. 1, 2017.

PARRA, JOSÉ ROBERTO P. et al. Controle biológico: uma visão inter e multidisciplinar. In. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 125-142, 2002.

PENTEADO, S. do R. C.; IEDE, E. T.; REIS FILHO, W. Manual para o controle da vespa-da-madeira em plantios de pinus. **Embrapa Florestas-Documents (INFOTECA-E)**, 2015. 39 p.

PENTEADO, S.; REIS FILHO, W.; IEDE, E. T. Os pulgões gigantes do pinus, *Cinara pinivora* e *Cinara atlantica*, no Brasil. **Embrapa Florestas-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2004.

SANTOS, A. F. dos; AUER, C. G.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. Doenças do eucalipto no sul do Brasil: identificação e controle. Embrapa Florestas-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2001.

SANTOS, G. P., ZANUNCIO, J. C., ZANUNCIO, T. V., PIRES, E. M. Pragas de eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 242, p. 47-70, 2008.

SOUZA, E. S. H.; PIRES, C. S. S.; CARNEIRO, R.G.; SUJII, E.R. **Predadores e parasitoides: aliados do produtor rural no processo de transição agroecológica**. Emater, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, CNPq. Brasília, DF. 92 p. 2011.

SPÍNOLA-FILHO, P. R. C.; LEITE, G. L. D.; SOARES, M. A.; ALVARENGA, A. C.; de PAULO, P. D.; TUFFI-SANTOS, L. D.; ZANUNCIO, J. C. Effects of duration of cold storage of host eggs on percent parasitism and adult emergence of each of ten Trichogrammatidae (Hymenoptera) species. **Florida Entomologist**, p. 14-21, 2014.

SYMONDSON, W. O. C.; SUNDERLAND, K. D.; GREENSTONE, M. H. Can generalist predators be effective biocontrol agents? **Annual Review of Entomology**, v. 47, n. 1, p. 561-594, Jan. 2002.

TORRES, A.; JÚNIOR, A.L.B.; MEDEIROS, C.A.M.; B ARROS, R. Efeito de extratos aquosos de *Azadirachta indica*, *Melia azedarach* e *Aspidosperma pyrifolium* no desenvolvimento e oviposição de *Plutella xylostella*. **Bragantia**, v.65, n.3, p.447-457, 2006.

WILCKEN, C. F., DE SÁ, L. N., FIRMINO, D. C., DO COUTO, E. B., FERREIRA FILHO, P. J., & FRANCHIM, T. Controle biológico do psilídeo-de-concha (*Glycaspis Brimblecombei*) (Hemiptera: Psyllidae) em florestas de eucalipto. **Anais... CONGRESSO VIRTUAL IBEROAMERICANO SOBRE GESTIÓN DE CALIDAD EN LABORATORIOS**, Madrid. Libro de comunicaciones: tomo I. Madrid: Ministério de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2005.

ZANETTI, R.; CARVALHO, G. A.; SANTOS, A.; SOUSA-SILVA, A.; GODOY, M.S. **Manejo integrado de formigas cortadeiras**. Lavras: UFLA, 2002.

ZANÚNCIO, J. C.; LEMES, P. G.; SANTOS, G. P.; SOARES, M. A.; WILCKEN, C. F.; SERRÃO, J. E. Population Dynamics of *Lepidoptera* Pests in *Eucalyptus urophylla* Plantations in the Brazilian Amazonia. **Forests**, Switzerland, v. 5, 2014,72-87.

CAPÍTULO 9

FLORESCIMENTO EM TESTE DE PROCEDÊNCIA E PROGÊNIES DE *Astronium fraxinifolium* Schott (ANACARDIACEAE) EM TRÊS EVENTOS REPRODUTIVOS

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 05/08/2020

Maiara Ribeiro Cornacini

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Instituto de Biociências
Botucatu – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/3936373689548055>

Marcelo Augusto Mendes Alcantara

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Instituto de Biociências
Botucatu – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/0923584246895009>

Janáina Rodrigues da Silva

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Engenharia
Ilha Solteira – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/3648614993783229>

Aparecida Juliana Martins Corrêa

UFSCar, Departamento de Ciências Ambientais
Sorocaba – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/4940603316970363>

José Cambuim

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Engenharia
Ilha Solteira – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/5152847446700067>

Ricardo de Oliveira Manoel

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Instituto de Biociências
Botucatu – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/5476257868603124>

Patrícia Ferreira Alves

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Engenharia
Ilha Solteira – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/7474970743771645>

Bruno César Rossini

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Instituto de Biotecnologia
Botucatu – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/1696102117856353>

Ananda Virginia de Aguiar

Embrapa - Embrapa Florestas
Colombo – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/5613653432409380>

Mário Luiz Teixeira de Moraes

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Engenharia
Ilha Solteira – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/9339164677717394>

Celso Luis Marino

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Instituto de Biociências
Botucatu – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/0165348738208319>

RESUMO: O desbalanceamento da razão sexual no caso de espécies dioicas implica na contribuição desigual do número de gametas, o que reduz o tamanho efetivo populacional. Nesse sentido, realizou-se a identificação sexual de indivíduos de *Astronium fraxinifolium*, espécie madeireira pertencente à família Anacardiaceae, dioica, e que habita naturalmente a região de

transição de Floresta Estacional Semidecidual e o Cerrado. Os indivíduos estão localizados em teste de procedências e progênies na Fazenda de Ensino e Pesquisa da FEIS/UNESP, em Selvíria – MS, instalado em 1996 no delineamento experimental de blocos completos casualizados, com 30 tratamentos (famílias) de Mato Grosso do Sul (MS) e 30 de São Paulo (SP), 5 repetições e 10 plantas por parcela, no espaçamento de 3 m × 1,5 m, em plantio alternado com *Jacaranda cuspidifolia*. A identificação sexual das árvores ocorreu nos anos de 2014, 2017 e 2018 com base na visualização das flores masculinas e femininas. Na estação reprodutiva de 2014, 2017 e 2018 foram observadas flores em 130, 186 e 335 em indivíduos de SP, respectivamente, e 194, 331 e 542 em indivíduos de MS, respectivamente. Nos três eventos a procedência de MS teve uma porcentagem maior de florescimento (16%, 28% e 47%) que SP (11%, 17% e 31%) e a razão sexual foi tendenciosa para as flores masculinas: 2,34, 2 e 1,14 para MS e 2,78, 1,69 e 1,39 para SP. Foi possível perceber o aumento do florescimento e a tendência a um equilíbrio entre a razão sexual, já que na natureza é comumente encontrado razão de 1:1. Isso pode ter ocorrido pela diminuição natural de *J. cuspidifolia* no teste, por uma maturação mais tardia de alguns indivíduos ou pela idade dos indivíduos, portanto novas investigações são necessárias para compreender melhor a biologia reprodutiva da espécie.

PALAVRAS-CHAVE: Gonçalo - alves, conservação genética, dioica, espécie nativa, biologia reprodutiva.

FLOWERING IN TEST OF PROVENANCE AND PROGENIES OF *Astronium fraxinifolium* Schott (ANACARDIACEAE) IN THREE REPRODUCTIVE EVENTS

ABSTRACT: The unbalanced sex ratio in dioecious species implies the unequal contribution of the number of gametes, thus reducing the effective population size. In this sense, we did the sexual identification of individuals of *Astronium fraxinifolium*, a timber specie belonging to Anacardiaceae family, dioecious, and that naturally inhabits the Cerrado. The individuals are located in a provenance and progeny test at the UNESP's farm, in Selvíria – MS, Brazil, installed in 1996 in a randomized complete block design with 30 families from Mato Grosso do Sul (MS) and 30 from São Paulo (SP), 5 replicates and 10 plants per plot, spaced 3 m × 1.5 m, alternating with *Jacaranda cuspidifolia*. The sexual identification of the trees occurred in 2014, 2017 and 2018 based on the visualization of the male and female flowers, we observed at 130, 186 and 335 trees from SP and 194, 331 and 542 trees from MS respectively. In all the events the provenance of MS had a higher flowering percentage (16%, 28% and 47%) than SP (11%, 17% and 31%). The sex ratio was biased for the male flowers: 2.34, 2.0 and 1.14 for MS and 2.78, 1.69 and 1.39 for SP. We observed a flowering increase and a tendency to a balance between the sex ratio. This could occurred for some reasons: by the natural decrease of *J. cuspidifolia* in the test, by a later maturation of some individuals or by the age of individuals, so further investigations are necessary to better understand the species reproductive biology.

KEYWORDS: Gonçalo – alves, genetic conservation, dioecious, native species, reproductive biology.

1 | INTRODUÇÃO

O sistema de reprodução se refere à forma como as espécies recombina seus genes a cada evento reprodutivo e formam as populações descendentes. Neste sentido, conhecer sobre o florescimento da espécie é fundamental para estabelecer estratégias para a conservação genética e recuperação ambiental. Principalmente no caso de plantas dioicas, onde a proporção desbalanceada do sexo implica na contribuição desigual do número de gametas, o que reduz o tamanho efetivo populacional (VENCOSKY et al., 2012) e afeta diretamente na sua conservação genética.

Fatores como a redução da endogamia, especialização sexual e seleção disruptiva contribuíram para evolução da dioicia (BAWA, 1980, FREEMAN et al., 1997) que é caracterizada pela presença de indivíduos produtores de flores exclusivamente femininas ou masculinas (FREEMAN et al. 1997; TANURDZIC; BANKS, 2004). Esse sistema de reprodução tem grande importância no Cerrado, pois a reprodução da maioria de suas espécies lenhosas é mediada obrigatoriamente por vetores bióticos, pois grande parte delas são auto incompatíveis ou dioicas. Portanto, a frequência de espécies lenhosas dioicas em comunidades de cerrado (aproximadamente 15% das espécies) é maior que na flora de angiospermas como um todo (6% das espécies) (OLIVEIRA, 1996; OLIVEIRA; GIBBS, 2000).

Dentre as espécies dioicas que ocorrem no Cerrado está a *Astronium fraxinifolium* Scott (ALLEN, 1991), também conhecida como gonçalo-alves e pertencente à família Anacardiaceae, que é representada predominantemente por espécies dioicas (BULLOCK, 1985; IBARRA-MANRÍQUEZ; OYAMA, 1992; RENNER; RICKLEFS, 1995). A espécie foi muito explorada devido a qualidade da sua madeira (LORENZI, 1998; NETO, 2008) e já foi indicada como ameaçada de extinção na categoria vulnerável. Em alguns locais sua exploração é permitida apenas sobre plano de manejo autorizado, acompanhado de estudo prévio de avaliação de impacto ambiental. Além de existir poucos indivíduos de *A. fraxinifolium* em remanescentes de florestas estacionais decíduas no domínio do cerrado (SANTOS et al., 2007) a espécie carece de dados, o que exige estudos detalhados sobre a espécie (LEITE, 2002; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2011). Neste sentido, a fim de contribuir com informações acerca da espécie e sua conservação, o trabalho verificou o florescimento de indivíduos de *A. fraxinifloium* em um teste de procedências e progênes na região do Bolsão Sul Matogrosense.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

No ano de 1995 foram coletadas sementes de 30 matrizes de *A. fraxinifolium* de duas procedências. As árvores matrizes estão localizadas às margens da rodovia SP 595, entre os municípios de Ilha Solteira-SP e Santa Fé do Sul-SP (SP) e às margens da rodovia MS 158, no município de Selvíria-MS (MS). Desta coleta, foi instalado no ano de 1996 o

teste de procedências e progênies, estabelecido em delineamento experimental de blocos completos casualizados, com 60 tratamentos (progênies) e 5 repetições. As parcelas do experimento foram instaladas, obedecendo a uma disposição linear, com 10 plantas por parcela, no espaçamento de 3 x 1,5 m, em plantio alternado com *Jacaranda cuspidifolia*. O experimento é conduzido em condições de campo na Fazenda de Ensino e Pesquisa da FEIS/Unesp, situada à margem direita do rio Paraná, no município de Selvíria-MS, a qual está localizada nas coordenadas geográficas 20°20'08.64"S, 51°24'16.04"W e a 378 metros de altitude.

O tipo climático, segundo KÖEPPEN, é AW, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, estando a umidade relativa dos meses mais chuvosos entre 60 e 80%. A vegetação original encontrada na área em estudo é do tipo cerrado. O solo local é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, típico argiloso, à moderado, hipidistrófico, álico, caulínítico, férrico, compactado, muito profundo, moderadamente ácido (EMBRAPA, 2013).

A identificação do florescimento e determinação do sexo foi realizada por observação visual de cada árvore (Figura 1). A identificação ocorreu em duas etapas, a primeira consistiu na identificação de árvores com flores. No início do florescimento o experimento foi percorrido e todas as árvores que apresentavam flores foram marcadas. A segunda etapa é realizada após 30 dias da primeira etapa, o experimento foi percorrido mais uma vez para identificar e marcar as árvores que tinham frutos. A identificação de florescimento e determinação sexual foi acompanhada em três eventos reprodutivos, no ano de 2014 (CORNICINI et al., 2017), 2017 e 2018.

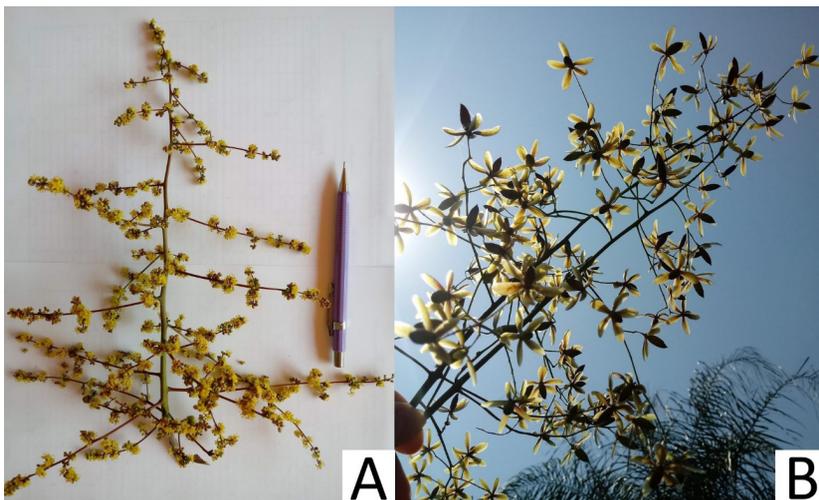


Figura 1. **A** – Inflorescência masculina de *Astronium fraxinifolium* **B** – Frutos de *Astronium fraxinifolium*.

Fonte: autores

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

No evento reprodutivo de 2014 foram observadas 125 árvores com flores de 1116 indivíduos da procedência de SP e 191 árvores com flores de 1180 de MS. A procedência de MS teve uma porcentagem maior de florescimento (16%) que a de SP (11%) (Figura 2). Do total de árvores que floresceram, 72% e 70% foram árvores de flores masculinas e 28% e 30% de flores femininas, respectivamente para MS e SP (CORNACINI et al., 2017). Em 2017 houve um aumento do florescimento nas duas procedências, 17% e 28% para SP e MS, respectivamente. Esse aumento no florescimento se deu principalmente para os indivíduos com flores femininas, que contribuíram com 37% e 33%, respectivamente para SP e MS, com aumento superior de flores femininas na procedência de Ilha Solteira. No evento de 2018 novamente foi observado maior número de indivíduos florescendo, SP 31% e MS 47%. Apesar do aumento como

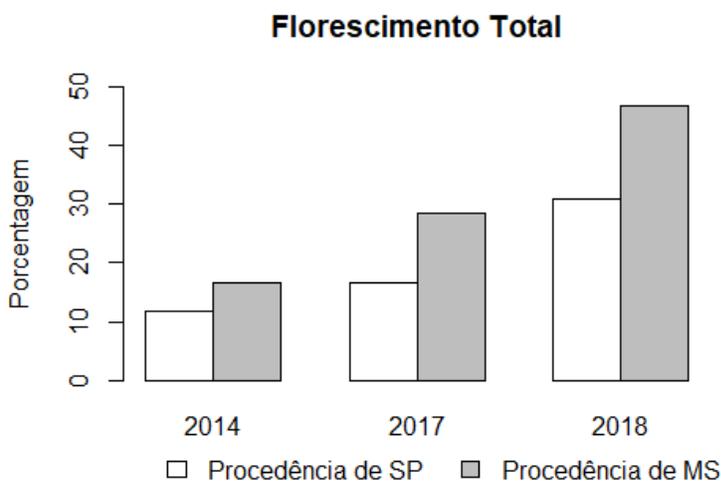


Figura 2. Florescimento de *Astronium fraxinifolium* (%) em três eventos reprodutivos dentro da procedência de Ilha Solteira- SP e da procedência de Selvíria-MS em teste de procedência e progênies localizado em Selvíria-MS.

um todo de indivíduos que iniciaram o florescimento, o aumento de indivíduos com flores femininas foi superior ao de indivíduos com flores masculinas. Segundo Opler e Bawa (1978) é comum que em algumas espécies florestais dioicas os indivíduos produtores de gametas masculinos floresçam antes dos femininos como ocorreu nesse período de avaliação para *A. fraxinifolium*.

Os indivíduos com flores masculinas foram superiores aos de flores femininas em todos os eventos reprodutivos (Figura 3). A predominância de indivíduos com flores masculinas também ocorreu em um plantio da espécie *Myrcodruoum urundeuva* (Anacardiaceae) (BERTONHA et al., 2016). Ainda que não haja informações da razão sexual para *A. fraxinifolium* na natureza, para diversas espécies é comumente encontrada razão sexual de 1:1 (OPLER; BAWA, 1978; LENZA; OLIVEIRA, 2005, LENZA; OLIVEIRA, 2006; PALUDO et al., 2009; AMORIM et al., 2011). Portanto, é necessário um manejo que mantenha a razão sexual 1:1 nestes plantios e assim manter a variabilidade genética para a conservação da espécie.

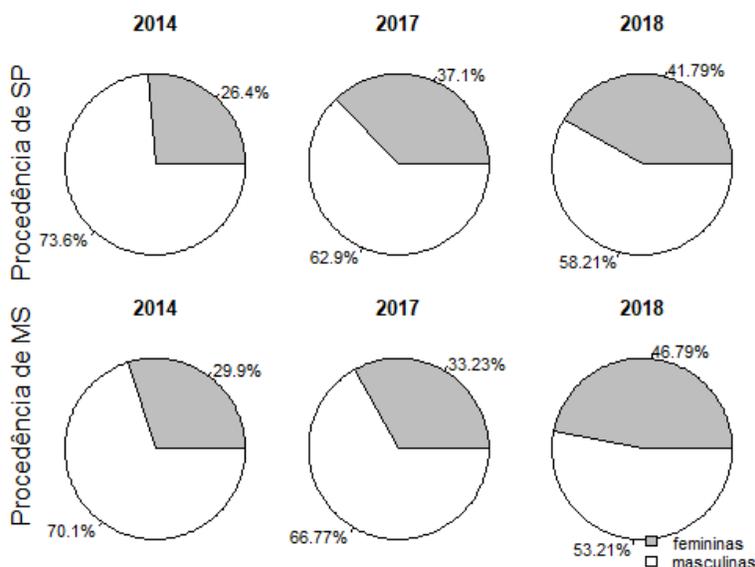


Figura 3. Proporção de indivíduos com flores femininas e flores masculinas de *Astronium fraxinifolium* (%) em três eventos reprodutivos da procedência de Ilha Solteira- SP e da procedência de Selvíria-MS em teste de procedências e progênes em Selvíria-MS.

Apesar do florescimento de aproximadamente 40% dos indivíduos de *A. fraxinifolium* aos 22 anos de idade nesse plantio, vale destacar que no evento reprodutivo de 2014 e 2017 duas progênes de SP não apresentaram florescimento de nenhum indivíduo e em 2018 uma progênie de SP não apresentou nenhum indivíduo de flores femininas (Tabela 1). Portanto, coletas de sementes para a conservação devem ser priorizadas quando o maior número de progênes esteja florescendo, assim garantirá a possibilidade de contribuição de mais genes para a próxima geração.

Ano	SP-2014				SP-2017				SP-2018				MS-2014				MS-2017				MS-2018			
Pro	F	M	T	R	F	M	T	R	F	M	T	R	F	M	T	R	F	M	T	R	F	M	T	R
1	1	12	13	12:1	2	5	7	3:1	7	10	17	1:1	3	13	16	4:1	4	11	15	3:1	8	16	24	2:1
2	3	3	6	1:1	7	3	10	2:1	7	6	13	1:1*	4	2	6	2:1	7	9	16	1:1	9	11	20	1:1
3	6	5	11	1:1	9	10	19	1:1	12	10	22	1:1*	3	3	6	1:1	1	8	9	8:1	7	7	14	1:1
4	1	2	3	2:1	1	5	6	5:1	3	6	9	2:1	1	7	8	7:1	6	7	13	1:1	10	11	21	1:1
5	2	4	6	2:1	2	5	7	2:1	5	6	11	1:1	2	4	6	2:1	2	4	6	2:1	11	6	17	2:1*
6	3	4	7	1:1	4	4	8	1:1	5	5	10	1:1	0	1	1	-	0	0	0	-	2	2	4	1:1
7	0	2	2	-	0	4	4	-	4	7	11	2:1	2	2	4	1:1	2	5	7	2:1	7	6	13	1:1*
8	0	0	0	-	1	2	3	2:1	2	4	6	2:1	4	7	11	2:1	4	10	14	2:1	9	10	19	1:1
9	0	3	3	-	1	1	2	1:1	3	3	6	1:1	3	8	11	3:1	3	12	15	4:1	11	15	26	1:1
10	0	2	2	-	0	6	6	-	2	8	10	3:1	1	4	5	4:1	3	10	13	3:1	14	8	22	2:1*
11	1	5	6	5:1	5	7	12	1:1	12	11	23	1:1*	1	4	5	4:1	1	7	8	7:1	5	11	16	2:1
12	2	5	7	2:1	7	9	16	1:1	9	10	19	1:1	3	4	7	1:1	3	8	11	3:1	12	9	21	1:1*
13	1	1	2	1:1	2	3	5	1:1	3	7	10	2:1	0	2	2	-	1	2	3	2:1	2	3	5	1:1
14	1	0	1	-	0	0	0	-	1	1	2	1:1	1	2	3	2:1	3	11	14	4:1	7	14	21	2:1
15	2	6	8	3:1	1	7	8	7:1	4	8	12	2:1	0	2	2	-	1	5	6	5:1	4	9	13	2:1
16	1	1	2	1:1	2	3	5	1:1	4	7	11	2:1	5	4	9	1:1	9	4	13	2:1*	15	7	22	2:1*
17	0	3	3	-	3	1	4	3:1	5	3	8	2:1*	1	6	7	6:1	8	5	13	2:1*	12	6	18	2:1*
18	0	1	1	-	0	0	0	-	2	4	6	2:1	1	2	3	2:1	0	3	3	-	4	5	9	1:1
19	1	1	2	1:1	1	2	3	2:1	2	4	6	2:1	0	2	2	-	1	4	5	4:1	3	7	10	2:1
20	0	3	3	-	1	5	6	5:1	0	8	8	-	2	8	10	4:1	6	10	16	2:1	8	13	21	2:1
21	1	0	1	-	2	3	5	1:1	3	4	7	1:1	1	4	5	4:1	0	6	6	-	4	8	12	2:1
22	1	5	6	5:1	2	3	5	1:1	6	9	15	2:1	2	5	7	2:1	5	9	14	2:1	9	13	22	1:1
23	1	7	8	7:1	4	7	11	2:1	10	9	19	1:1*	1	3	4	3:1	5	5	10	1:1	7	5	13	1:1*
24	0	2	2	-	2	5	7	3:1	3	10	13	3:1	1	9	10	9:1	4	13	17	3:1	12	17	29	1:1
25	0	1	1	-	4	3	7	1:1	6	6	12	1:1	3	5	8	2:1	3	16	19	5:1	8	18	26	2:1
26	2	6	8	3:1	3	7	10	2:1	6	9	15	2:1	0	3	3	-	0	2	2	-	2	6	8	3:1
27	1	3	4	3:1	1	1	2	1:1	3	7	10	2:1	3	2	5	1:1	3	5	8	2:1	5	7	12	1:1
28	0	1	1	-	1	3	4	3:1	2	7	9	3:1	2	3	5	1:1	4	5	9	2:1	11	9	20	1:1*
29	2	4	6	2:1	3	2	5	1:1	8	5	13	2:1*	3	7	10	2:1	10	8	18	1:1*	20	10	30	2:1*
30	0	0	0	-	0	1	1	-	1	1	2	1:1	5	8	13	2:1	11	17	28	1:1	14	20	34	1:1
T	33	92	125	3:1	71	117	188	2:1	140	195	335	1:1	58	136	194	2:1	110	221	331	2:1	252	289	542	1:1

Tabela 1. Florescimento feminino (F), masculino (M), Total (T) e proporção sexual (R) em duas procedências de *Astronium fraxinifolium*: Ilha Solteira- SP (SP) e Selvíria-MS (MS), em três eventos reprodutivos (Ano), por progênes (Pro), em Selvíria-MS.

* predominância de indivíduos de flores femininas.

O aumento do florescimento no decorrer dos anos pode ter ocorrido pela característica da própria espécie, pela idade dos indivíduos ou pela seleção natural dentro do plantio, onde alguns indivíduos são dominados e eliminados, o que proporciona um espaço maior para as árvores permanentes e conseqüentemente um aumento do florescimento. Ainda assim, quando se trata de fenologia de plantas sabe-se da influência

de fatores como precipitação (OPLER et al. 1976), estresse hídrico (BORCHERT, 1980; REICH; BORCHERT, 1984), irradiação (WRIGHT; VAN SCHAİK, 1994) e fotoperíodo (RIVERA; BORCHERT, 2001). O padrão fenológico de muitas espécies perenes tende a acompanhar a oscilação sazonal das precipitações, principalmente quando há períodos de estiagem, como ocorre no Cerrado. Elas entram em repouso na estação seca e cumprem novo ciclo vegetativo anual no período chuvoso seguinte. Florescer sincronizadamente favorece a atração de polinizadores facilitando o fluxo de pólen e a reprodução cruzada (MARQUIS, 1988). Fatores importantes para flores de curta duração que são comuns em espécies de plantas neotropicais (CUNNINGHAN, 1994) e que são polinizadas por abelhas, como são as de *A. fraxinifolium*.

4 | CONCLUSÃO

Ao longo dos anos há um aumento do florescimento no teste de procedências e progênies. Os indivíduos de flores masculinas são os primeiros a florescerem e o aumento de florescimento dos indivíduos de flores femininas ocorre gradativamente. A proporção sexual tende a 1:1 no terceiro evento reprodutivo. O aumento do florescimento ocorre pela diminuição natural de indivíduos de *A. fraxinifolium* e *J. cuspidifolia*, idade ou maturação tardia de alguns indivíduos. A influência do ambiente no florescimento deve ser melhor investigada. A compreensão da biologia reprodutiva é fundamental no estabelecimento de estratégias de produção de sementes melhoradas geneticamente com base genética ampla, para essa espécie.

REFERÊNCIAS

ALLEM, A.C. **Estudo da biologia reprodutiva de duas espécies florestais (aroeira e gonçalo-alves) da região do cerrado**. Brasília: Embrapa/CENARGEN, 1991. p.1-5.

AMORIM, F.W.; MENDES-RODRIGUES, C.; MARUYAMA, P.K.; OLIVEIRA, P.E. Sexual ratio and floral biology of the dioecious *Neea theifera* Oerst. (Nyctaginaceae) in a *cerrado rupestre* of central Brazil. **Acta Botânica Brasileira**, v.25, n.4, p.785-792, 2011.

BAWA, K.S. Evolution of dioecy in flowering plants. **Annual Review of Ecology and Systematic**, v.11, p.15-39.1980.

BERTONHA, L.J.; FREITAS, M.L.M.; CAMBUIM, J.; MORAES, M.L.T.; SEBBENN, A.M. Seleção de progênies de *Myracrodruon urundeuva* baseada em caracteres fenológicos e de crescimento para reconstituição de áreas de Reserva Legal. **Scientia Forestalis**, v.44, n.109 p.95104, 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. **Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite**. Acordo de Cooperação Técnica MMA/IBAMA: Monitoramento do Bioma Cerrado 2008 a 2009, Brasília, p.55, 2011.

- BORCHERT, R. Phenology and ecology of a tropical tree *Erythrina poeppigiana* O. F. Cook. **Ecology**, v.61, p.1065-1074. 1980.
- BULLOCK, S.H. Breeding systems in the flora of a tropical deciduous forest in Mexico. **Biotropica**, v.17, p.287-301. 1985.
- CORNACINI, M.R.; SILVA, J.R.; CAMBUIM, J.; SANTOS, W.D.; MORAES, M.L.T.; AGUIAR, A.V. Desbaste seletivo em teste de procedências e progênes de *Astronium fraxinifolium* Schott com base na variabilidade genética. **Scientia Forestalis**, v.45, n.115, p.581-591, 2017.
- CUNNINGHAM, S.A. Measuring the relationship between floral duration and fruit set for *Hamelia patens* (Rubiaceae). **Biotropica**, v.26, p.227-229. 1994.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.
- FREEMAN, D.C.; DOUST, J.L.; EL-KEBLAWI, A.; MIGLIA, K.J.; MCARTHUR, E.D. Sexual specialization and inbreeding avoidance in the evolution of dioecy. **Botanical Review**, v.63, p.65-92. 1997.
- IBARRA-MANRÍQUEZ, G.; OYAMA, K. Ecological correlates of reproductive traits of Mexican rain forest trees. **American Journal of Botany**, v.79, p.383-394.1992.
- LEITE, E.J. State-of-knowledge on *Astronium fraxinifolium* Schott (Anacardiaceae) for genetic conservation in Brazil. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v.5/1, p.63–77. 2002.
- LENZA, E.; OLIVEIRA, P.E. Biologia reprodutiva e fenologia de *Virola sebifera* Aubl. (Myristicaceae) em mata mesofítica de Uberlândia, MG, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.29, n.3, p.443-451. 2006.
- LENZA, E.; OLIVEIRA, P.E. Biologia reprodutiva de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae), uma espécie dioica em mata de galeria do Triângulo Mineiro, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.28, n.1, p.179-190. 2005.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1998. 368p.
- MARQUIS, R.J. Phenological variation in the Neotropical understory shrub *Piper arieianum*: causes and consequences. **Ecology**, v.69, p.1552-1565. 1988.
- NETO, S.P.M. **Árvores nativas do cerrado com potencial madeireiro**. 2008. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/>>. Acesso em: 31 jan. 2019.
- OLIVEIRA, P.E. Dioecy in the cerrado vegetation of central Brazil. **Flora**, v.191, p.235-243. 1996.
- OLIVEIRA, P.E.; GIBBS, P.E. Reproductive biology of wood plants in a cerrado community of central Brazil. **Flora**, v.195, p.311-329. 2000.
- OPLER, P.A.; BAWA, K.S. Sex ratios in tropical forest trees. **Evolution**, v.32, p.812-821. 1978.

OPLER, P.A.; FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G. Rain fall as a factor in the release, timing and synchronization of anthesis by tropical trees and shrubs. **Journal of Biogeography**, v.3, p.231-236.1976.

PALUDO, G.F.; MANTOVANI, A.; KLAUBERG, C.; REIS, M.S. Estrutura demográfica e padrão espacial de uma população natural de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (araucariaceae), na Reserva Genética Florestal de Caçador, Estado de Santa Catarina. **Revista Árvore**, v.33, n.6, p.1109-1121. 2009.

REICH, P.B.; BORCHERT, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, v.72, p.61-74. 1984.

RENNER, S.S.; RICKLEFS, R.E. Dioecy and its correlates in the flowering plants. **American Journal of Botany**, v.82, p.596-606, 1995.

RIVERA, G.; BORCHERT, R. Induction of flowering in tropical trees by a 30-min reduction in photoperiod: evidence from field observations and herbarium specimens. **Tree Physiology**, v.21, p.201-212. 2001.

SANTOS, R.M.; VIEIRA, F.A.; FAGUNDES, M.; NUNES, Y.R.F.; GUSMÃO, E. Riqueza e similaridade florística de oito remanescentes florestais no norte de Minas Gerais, Brasil. **Revista Árvore**, v.31, n.1, p.135-144, 2007.

TANURDZIC, M.; BANKS, J.A. Sex-determining mechanisms in land plants. The **Plant Cell**, v.16, p.61-71. 2004.

VENCOVSKY, R.; CHAVES, L.J.; CROSSA, J. Variance effective population size for dioecious species. **Crop Science**, v.52, p.79-90, 2012.

WRIGHT, S.J.; van SCHAIK, C.P. Light and the phenology of tropical trees. **American Naturalist**, v.143, p.192-199. 1994.

PRECIPITAÇÃO INTERNA EM UM FRAGMENTO DA MATA ATLÂNTICA EM VIÇOSA, MINAS GERAIS

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 03/08/2020

Letícia Soares Gonçalves

DEF/UFV

<http://lattes.cnpq.br/5133084386372861>

Rodolfo Alves Barbosa

DEF/UFV

<http://lattes.cnpq.br/8395344059258168>

Sérgio Guedes Barbosa

DEF/UFV

<http://lattes.cnpq.br/5207015435058720>

Lucas Jesus da Silveira

DEF/UFV

<http://lattes.cnpq.br/7360864079047469>

Aline Gonçalves Spletzer

DEF/UFV

<http://lattes.cnpq.br/9356896074333019>

Herly Carlos Teixeira Dias

DEF/UFV

<http://lattes.cnpq.br/1813025991936247>

RESUMO: O monitoramento dos recursos hídricos é essencial para seu planejamento, gerenciamento e uso adequado. A floresta nativa está entre os ecossistemas vegetais que atua intensamente no ciclo hidrológico. Dentro da floresta, a precipitação interna corresponde ao volume de chuva que atravessa o dossel somado as gotas que caem das copas e alcançam o solo. Este estudo teve como objetivo avaliar a

precipitação interna de um fragmento florestal, com uma área de 195 ha em estágios de regeneração inicial e avançado, no Município de Viçosa, Minas Gerais, entre os meses de novembro de 2018 a abril de 2019. Foram demarcadas seis parcelas, três na área de regeneração inicial e três na área de regeneração avançada, medindo 20 x 20 m, contendo 25 pluviômetros cada, para quantificar essa precipitação. Além disso, um pluviômetro foi instalado em local aberto para quantificar a precipitação em aberto, que no período estudado foi igual a 774,61 mm. Em média, precipitação interna no fragmento florestal corresponde a 81,05% da precipitação total. Cerca de 86,34% e 75,75% da precipitação em aberto, no estágio inicial e avançado de regeneração, respectivamente, chegam ao solo pela precipitação interna. Apesar da diferença encontrada na precipitação interna nos estágios iniciais e avançados, essas áreas não tiveram diferenças significativas pelo teste F a 5% de probabilidade. Portanto, a Mata do Paraíso influi na dinâmica da água local, sendo a precipitação interna a variável que mais contribui com a água que chega ao solo.

PALAVRAS-CHAVE: Hidrologia florestal, água, chuva.

THROUGHFALL IN AN ATLANTIC FOREST FRAGMENT IN VIÇOSA, MINAS GERAIS

ABSTRACT: Monitoring of water resources is essential for their planning, management, and proper use. Inside the forest, the throughfall corresponds to the volume of rain that crosses the canopy plus the drops that fall from the canopy and reach the ground. The native forest

is among the plant ecosystems that acts intensely in the hydrological cycle. This study aimed to assess the internal precipitation of a forest fragment, with an area of 195 ha in stages of initial and advanced regeneration, in the Municipality of Viçosa, Minas Gerais, from November 2018 to April 2019. Six plots were demarcated, three in the initial regeneration area and three in the advanced regeneration area, measuring 20 x 20 m, containing 25 rain gauges each, to quantify of the throughfall. In addition, a rain gauge was installed in an open place to quantify the open precipitation, which in the studied period was equal to 774.61 mm. On average, throughfall in the forest fragment corresponds to 81.05% of the total precipitation. About 86.34% and 75.75% of open precipitation, in the initial and advanced stages of regeneration, respectively, reach the soil through throughfall. Despite the difference found in the throughfall in the early and advanced stages, these areas had no significant differences by the F test at 5% probability. Therefore, Mata do Paraíso influences the dynamics of local water, with throughfall being the variable that most contributes to the water that reaches the soil.

KEYWORDS: Forest hydrology , water, rain.

1 | INTRODUÇÃO

Após seis séculos de devastação, o bioma Mata Atlântica, que inclui 17 estados do Brasil, apresenta apenas 12,4% de sua floresta original. Destes remanescentes, 80% estão em áreas privadas, visto que 72% da população brasileira reside nesta região, que também abriga 7 das 9 bacias hidrográficas do país (SOS MATA ATLÂNTICA, 2018). Esta floresta, além de possibilitar atividades econômicas, fornece serviços ecossistêmicos essenciais, que são responsáveis pela produção, regulação e abastecimento de água e pela regulação climática e proteção e fertilidade dos solos.

A floresta nativa, entre os ecossistemas vegetais, atua intensamente no ciclo hidrológico, por ser considerada a ocupação do solo mais benéfica para os recursos hídricos, minimizando os efeitos erosivos, a lixiviação de nutrientes, o assoreamento dos corpos d'água e proporciona melhores condições para a infiltração da água da chuva (OLIVEIRA JÚNIOR e DIAS, 2005). A cobertura florestal também possui relação com o ciclo hidrológico, envolvendo-se no movimento da água nos vários compartimentos do sistema, pelos processos de interceptação, infiltração, percolação, transpiração e absorção (LORENZON et al., 2013).

A cobertura florestal interfere nas formas de deposição e nas quantidades da água proveniente das precipitações que irão alcançar a superfície do solo (DINIZ et al., 2013). Essa influência é observada já na precipitação da água da chuva sobre copas das árvores, que é retida temporariamente e, em seguida, evapora para a atmosfera. Esse processo é conhecido como interceptação e está relacionado com a natureza da cobertura vegetal e às características da precipitação. Quanto mais densa a folhagem, maior o volume de água interceptado (TOGASHI, et al., 2013).

O restante da precipitação chega ao piso da floresta através dos processos conhecidos como precipitação interna e escoamento pelo tronco. A precipitação interna

se refere a parte da chuva que atravessa diretamente as copas das árvores e aquela que goteja após ter sido interceptada pelo dossel, enquanto o escoamento pelo tronco está relacionado a parte que foi retida temporariamente pelo dossel e aquela que atinge os galhos, ramos ou troncos e escoam por ele (ARCOVA et al., 2003). A soma desses dois processos constitui a precipitação efetiva, que é responsável pela água que chega ao solo, absorção pelas raízes, transpiração vegetal e o abastecimento dos rios.

Há também o retorno de nutrientes por meio da água de chuva, que trazem consigo elementos de constituição mineral e orgânica que se encontram suspensos na atmosfera e na superfície das folhas, além de metabólitos de seus tecidos, aumentando a concentração de sais, que posteriormente serão absorvidos, garantindo a sustentabilidade da floresta (DINIZ et al., 2013).

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Mata Atlântica e o ciclo hidrológico

Poucos remanescentes do bioma Mata Atlântica persistem nas paisagens, onde estão restritos a áreas de encosta, devido ao difícil acesso pela população ao terreno acidentado (SILVA et al 2007). A expansão das atividades agrícolas é considerada a principal causa da destruição de recursos naturais do território brasileiro (MARTINS, 2014), causando mudanças na cobertura do solo e levando a ruptura das interações entre os elementos bióticos e abióticos, em diferentes níveis organizacionais. Este fato impede a manutenção dos fluxos, processos e funções ecológicas dos ecossistemas e serviços ecossistêmicos de dependem da floresta (MELO et al. 2005).

Acreditava-se que a floresta contribuía para o aumento da chuva local, por meio da reciclagem de chuvas pela evapotranspiração. Entretanto, bacias com cobertura florestal em toda sua área de drenagem podem apresentar menor produção de água e o fluxo de água é mais estável (pouca variação temporal e espacial) do que bacias com menor cobertura florestal, portanto a floresta auxilia na sustentabilidade dos processos hidrológicos (ROSA, 2018). Há uma estreita relação entre o ciclo hidrológico e a cobertura vegetal, essa relação interfere nos processos de transferência da água para atmosfera, com a evapotranspiração, e para os cursos d'água, com a infiltração (ARCOVA et al., 2003).

Uma maior quantidade de estratos na floresta está relacionada a um maior número de indivíduos vegetais coexistindo, aumentando a complexidade da estrutura florestal. A presença de estratos inferiores ao dossel cria sobreposição de copas que contribuem para o aumento na capacidade de interceptação, conferindo maior área de retenção de água pelas florestas (GARDON, 2016).

Um dos primeiros trabalhos no estudo da interceptação foi o de Horton (1919), onde estabeleceu-se as primeiras suposições sobre esse processo hidrológico, chegando à conclusão que o volume das perdas por interceptação varia em função da capacidade de

armazenamento da vegetação, da intensidade da chuva e da evaporação durante o evento. O autor afirma que o percentual das perdas por interceptação decresce com a intensidade da chuva e os volumes de escoamento de tronco são significativos, mas seu percentual em relação à chuva é pequeno.

Perez-Marin e Menezes (2008) puderam deduzir que, devido a interceptação de uma quantidade significativa de água pelas copas, há menos escoamento superficial e menor suprimento de água para o lençol freático. Porém, estes mecanismos levam a uma menor perda do solo, nutrientes e água por lixiviação, erosão e escoamento subsuperficial.

As florestas são elementos chaves para o planejamento do território, visto que as interações entre seus componentes, atuam positivamente sobre a manutenção, regulação e provisão de diferentes serviços, com destaque na interação com os recursos hídricos (GARDON, 2016). Muitos serviços ecossistêmicos estão relacionados com água direta ou indiretamente, como na ciclagem de água pelas plantas, estocagem de água em sistemas naturais, regulação de climas local e global, proteção contra enchentes, recarga de águas subterrâneas, purificação da água e suporte à biota local (ROSA, 2018).

Mudanças na composição e distribuição da cobertura vegetal das paisagens geram efeitos de curto e longo prazo na oferta de água. Por isso, há necessidade de conservar e restaurar florestas para a melhoria da qualidade e quantidade dos recursos hídricos (LIMA et al., 2008).

2.2 Precipitação Interna

A fração da chuva que atinge o piso florestal, a qual envolve as gotas que respinga do dossel e aquelas que passam diretamente entre as copas, é denominada como precipitação interna (OLIVEIRA JÚNIOR et al, 2005). Essa é a água que efetivamente estará disponível para a absorção das plantas e também para infiltração que irá abastecer o lençol freático e os rios (FREITAS, 2014).

Loescher et al. (2002) sugeriram que grandes copas de árvores e aberturas no dossel são responsáveis por grande parte da variabilidade espacial do volume de chuva interna. Posteriormente, Konishi et al. (2006) estudaram a distribuição espacial da chuva interna em floresta tropical sob aberturas na copa, chegando à conclusão que a distribuição é regulada por mecanismos em diferentes escalas, que variam do tamanho das copas individuais até o tamanho das clareiras presentes na vegetação.

Czikowsky & Fitzjarrald (2009) propuseram um método para estimar interceptação por medições micrometeorológicas de fluxo turbulento. Os autores defendem que o método, ao inferir diretamente a interceptação em vez de calcular a diferença entre a chuva total e a chuva interna, evita os erros de medição devido à heterogeneidade da copa, que havia se mostrado um problema recorrente nos estudos de interceptação.

O aumento da adição de nutrientes da precipitação interna acompanha o grau de regeneração das áreas (DINIZ et al., 2013). Esta tendência de aumento na adição de

nutrientes com o aumento do grau de regeneração também foi relatada por Berté et al. (2003) e Souza e Marques (2010), que quantificaram a adição de nutrientes via precipitação interna em diferentes estágios de regeneração de florestas. De modo geral, ambientes com melhor ciclagem de nutrientes contribuem para a sustentabilidade do ecossistema (MENEZES et al., 2010).

3 | OBJETIVOS

Visto a atual preocupação com o uso adequado dos recursos hídricos e a importância do estudo do ciclo hidrológico, este trabalho tem como objetivo quantificar e avaliar a precipitação interna em um fragmento secundário da Mata Atlântica, comparando os estágios de regeneração inicial e avançado, no município de Viçosa, Minas Gerais, de novembro de 2018 a abril de 2019.

4 | MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

Este trabalho foi realizado em um fragmento florestal de Mata Atlântica, correspondendo à unidade de conservação Estação de Pesquisas, Treinamento e Educação Ambiental Mata do Paraíso, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, situada no município de Viçosa, na Zona da Mata de Minas Gerais. O fragmento possui 194 hectares com uma altitude média de 650 metros (OLIVEIRA JUNIOR, 2006).

A unidade de conservação está situada na bacia hidrográfica do córrego Santa Catarina, um afluente do ribeirão São Bartolomeu, na bacia hidrográfica do Rio Doce. Sua formação florestal é a Estacional Semidecidual Tropical (VELOSO, 1991). O clima da região pela classificação de Köppen é o Cwb, mesotérmico com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos (CASTRO et al., 1983). Segundo Lorenzon (2011), a média da temperatura, precipitação e umidade relativa média anual ficam em torno de 20°C, 1.268,2 mm e 81%, respectivamente.

Os solos predominam Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico nas áreas de perfis convexos, Argissolos nos terraços e perfis côncavos, Cambissolos nos topos de morros e Neossolos Flúvicos nas áreas do leito maior dos cursos d'água (CORREA, 1984).

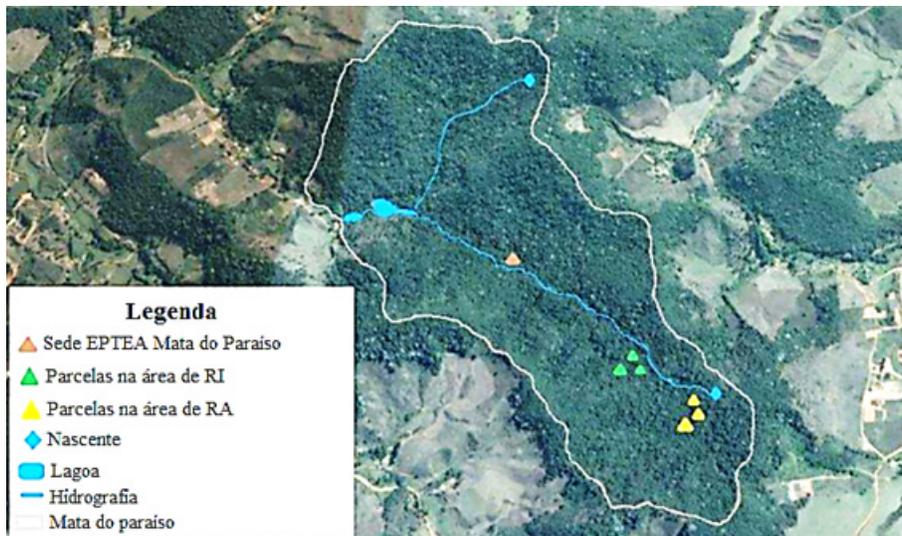


Figura 1. Delimitação da Estação de Pesquisa, Treinamento, e Educação Ambiental Mata do Paraíso, em Viçosa, Minas Gerais.

4.2 Coleta dos dados

Os dados foram obtidos entre novembro de 2018 e abril de 2019. As leituras foram feitas, quando possível, logo após cada evento de chuva. Assim, cada coleta constituiu-se de uma ou mais precipitações. As medições foram realizadas com o auxílio de provetas e baldes graduados.

Os resultados de precipitação interna foram analisados estatisticamente através do teste F a de 5% de probabilidade e submetidos à análise de regressão, utilizando o software Excel.

4.3 Precipitação em aberto

A precipitação em aberto em milímetros (mm) foi obtida a partir de medidas realizadas em um pluviômetro de Policloreto de Vinila (PVC) com área de captação de 161,7 cm² e localizado na sede da Mata do Paraíso, a cerca de 2 km da área experimental em uma área descampada, sem interferência direta de copas de árvores e habitações.

4.4 Precipitação interna

Seis parcelas de 20 m x 20 m, espaçadas 10 metros entre si, sendo três sob regeneração inicial e três sob regeneração em estágio avançado, foram lançadas para quantificar a precipitação interna em milímetros (mm). Cada parcela continha 25 pluviômetros sistematicamente distribuídos, distantes 5 metros entre si, instalados em estacas a 1,5 metro de altura do solo.

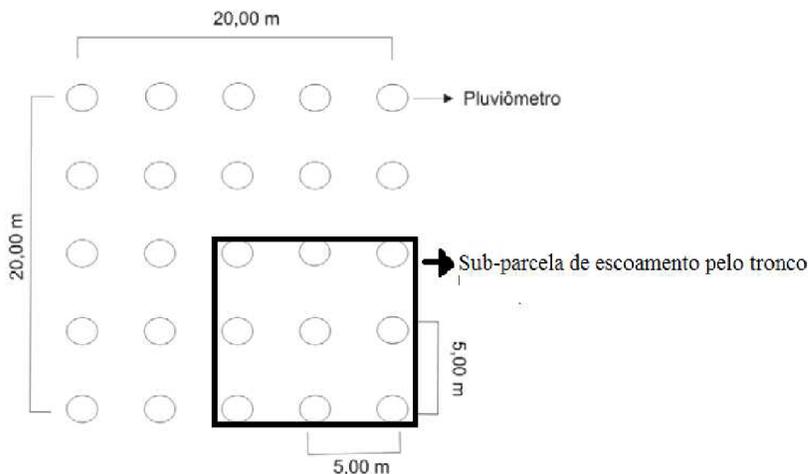


Figura 2. Esquema das parcelas para a quantificação de Precipitação interna. Mata do Paraíso, Viçosa, MG, 2018.

A coleta dos dados foram realizadas, durante entre novembro de 2018 e abril de 2019. Os pluviômetros possuem área individual de captação central (A) de 75,4; 78,5 e 161,7 cm². A precipitação interna é dada pela fórmula seguinte:

$$PI = \frac{\sum \left(\frac{V}{A} \right) \times 10}{25}$$

Onde: PI é a precipitação interna (mm), V é o volume em ml coletado em cada pluviômetro, A representa a área do pluviômetro.

A distância entre as parcelas de regeneração inicial e as parcelas de regeneração avançada é de 644,39 m. A PI média de cada parcela foi obtida pela média dos 25 pluviômetros.

Os dados foram registrados em planilhas e submetidos a análise de variância (ANOVA) com 5% de probabilidade, utilizando o software SAS e análise de regressão linear simples.

5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas 12 coletas durante o período estudado. A precipitação em aberto totalizou 774,61 mm, variando de 16,08 a 153,06 mm (Quadro 1). O mês mais chuvoso foi dezembro de 2018, sendo o mês de janeiro o mais seco. Foram encontradas áreas basais de 31,67 e 52,25 m²/ha na área inicial e avançada de regeneração, respectivamente, comprovando assim a diferença entre as duas áreas quanto ao grau de ocupação da floresta.

Coleta	PA	PI	PI Inicial	PI avançado
1 (Nov/18)	86,58	49,13	50,22	48,04
2 (Nov/18)	71,12	54,45	57,61	51,29
3 (Dez/18)	153,06	137,93	146,21	129,65
4 (Dez/18)	53,18	43,52	45,62	41,41
5 (Dez/18)	81,63	73,68	78,03	69,32
6 (Jan/19)	32,80	30,96	32,34	29,32
7 (Fev/19)	49,17	32,84	37,25	28,44
8 (Fev/19)	51,02	41,94	46,38	37,49
9 (Mar/19)	69,88	57,81	62,19	53,44
10 (Mar/19)	71,12	58,32	62,83	53,80
11 (Abr/19)	38,96	32,59	34,15	31,04
12 (Abr/19)	16,08	14,64	15,97	13,31
Total (mm)	774,61	627,80	668,81	586,80
Total (%)	100,00	81,05	86,34	75,75

Quadro 1. Valores de precipitação em aberto (PA), precipitação interna média (PI), precipitação interna no estágio de regeneração inicial (PI inicial) e avançada (PI avançada), em milímetros. Mata do Paraíso, Viçosa - MG, entre novembro de 2018 a abril de 2019

O valor da precipitação interna no fragmento foi de 627,80 mm, correspondendo a 81,05% da precipitação total da área, demonstrando que a precipitação interna representa maior parte da água que atinge o solo da mata (Figura 3). Oliveira Júnior et al. (2005), trabalhando no mesmo local, encontrou que a precipitação interna corresponde a 80% da precipitação em aberto. Resultados semelhantes foram encontrados por Freitas et al. (2014), também no mesmo local, onde a precipitação interna correspondeu a 81% da precipitação total.

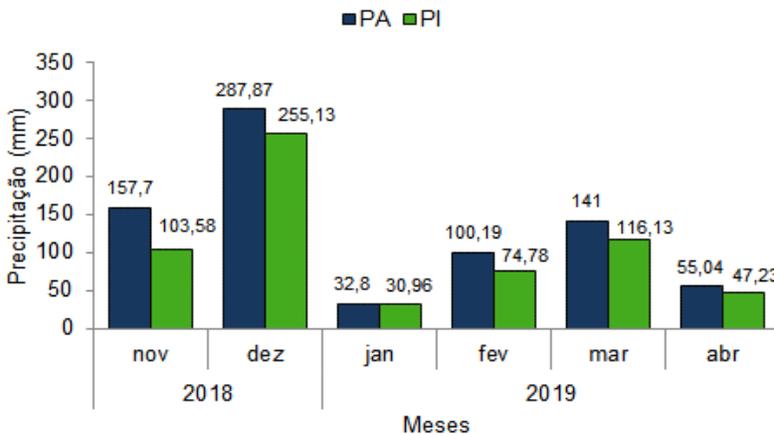


Figura 3. Precipitação em aberto (PA) e precipitação interna (PI), em milímetros. Mata do Paraíso, Viçosa, MG, entre novembro de 2018 a abril de 2019.

No geral, verifica-se o aumento da precipitação interna com o aumento da precipitação em aberto. Estudos sobre precipitações em florestas tropicais demonstram que 75 a 96% da precipitação total se transforma em precipitação interna (Diniz, 2013). Esses valores são influenciados pela densidade do dossel e pelo formato das copas das árvores, determinando assim maior ou menor precipitação interna (Diniz, 2013).

A precipitação interna atingiu um volume total de 668,81 mm na área de regeneração inicial e 586,8 mm na área de regeneração avançada (Figura 4). Esses valores corresponderam, respectivamente, a 86,34% e 75,75% da precipitação em aberto. No entanto, pelo teste F a 5% de probabilidade, essas duas áreas não tiveram diferenças significativas quanto a precipitação interna ($p=0,3592$), embora existam diferenças na densidade populacional entre os estágios de regeneração. Lorenzon et al. (2013) e Oliveira (2015) alcançaram resultados semelhantes.

Lorenzon et al. (2013), estudaram a precipitação interna no mesmo local, obtendo valores de precipitação interna de 84,39% e 73,04% da precipitação em aberto para a área de regeneração inicial e avançada, respectivamente. Oliveira (2015), estudando a mesma área, encontrou valores de PI chegando a 82,48% e 70,39% respectivamente, em relação à precipitação em aberto.

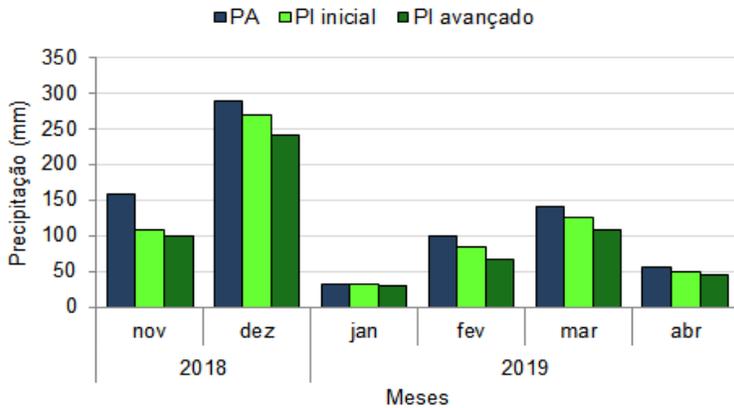


Figura 4. PI em relação a PA (azul) nos estágios de regeneração inicial (verde claro) e avançado (verde escuro), em milímetros. Mata do Paraíso, Viçosa, MG, entre novembro de 2018 a abril de 2019.

Os dados da precipitação interna nos dois estágios de regeneração foram submetidos à análise de regressão linear. A precipitação interna apresentou elevada correlação com a precipitação em aberto, com o menor valor de coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,9247 para o estágio de regeneração inicial. O valor do coeficiente angular foi maior na área de regeneração inicial, indicando que uma menor quantidade de chuva, comparando com a área de regeneração avançada, seria necessária para ocorrer a precipitação interna. Resultados semelhantes a estes foram encontrados por Lorenzon (2011), Freitas (2014) e Oliveira (2015).

A partir da equação linear foi possível estimar a capacidade de retenção de água da chuva pela copa das árvores. Verificou-se que apenas valores de precipitação total acima de 3,39 e 4,93 mm, respectivamente para o estágio inicial e avançado de regeneração, permitem o registro da precipitação interna. Lorenzon (2011) determinou que apenas valores maiores de 1,65 e 1,85 mm, respectivamente para o estágio inicial e avançado de regeneração, permitem o registro da precipitação interna. As diferenças obtidas entre esses dois trabalhos podem ser devido ao ingresso e a morte de espécies arbóreas ao longo dos anos.

6 | CONCLUSÕES

Em média, 81,05% da precipitação total gotejou ou ultrapassou o dossel florestal do fragmento florestal secundário da Mata Atlântica como precipitação interna.

A precipitação interna apresentou uma tendência linear em relação a precipitação em aberto, sendo a primeira a que mais contribui para a água que chega ao solo.

O teste F a 5% de probabilidade não mostrou diferença significativa entre os dois estágios sucessionais, apesar de possuírem diferentes densidades populacionais. Matematicamente, a precipitação interna foi maior no estágio de regeneração inicial em comparação às áreas de regeneração em estágio avançado. A capacidades de retenção de água são de 3,39 e 4,93 mm, respectivamente para o estágio inicial e avançado de regeneração.

AGRADECIMENTO

Ao Laboratório de Hidrologia Florestal, nas pessoas do coordenador, funcionários, pós-graduandos e estagiários que colaboraram com este trabalho. À Universidade Federal de Viçosa (UFV), ao Departamento de Engenharia Florestal (DEF) e à Sociedade de Investigações Florestais (SIF) pelo apoio científico e comprometimento com a qualidade e excelência do ensino. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIA

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V.; ROCHA, P. A. B. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de mata atlântica em uma microbacia experimental em Cunha – SP. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 257-262, 2003.

BERTÉ, L., MARQUES, R., PIAZZA, G., & SCHWARZBACH, J. Contribuição de Floresta Atlântica em regeneração para a deposição de nitrogênio e potássio através da água da chuva. **Seminário Nacional Degradação Ambiental. Foz do Iguaçu, Seminário Nacional Degradação e Recuperação Ambiental-Perspectiva Social**, Curitiba: FUPEF, 2003.

CASTRO, P.S.; VALENTE, O.F.; COELHO, D.T.; RAMALHO, R.S. Interceptação da chuva por mata natural secundária na região de Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v.7, p.76-89, 1983.

CORREA, G. F. **Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do planalto de Viçosa, MG**. 1984. 87 f. Dissertação (Mestrado em Solos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

CZIKOWSKY, Matthew J.; FITZJARRALD, David R. Detecting rainfall interception in an Amazonian rain forest with eddy flux measurements. **Journal of Hydrology**, v. 377, n. 1-2, p. 92-105, 2009.

DINIZ, A. R.; PEREIRA, A. G.; BALIEIRO, F. C.; MACHADO, D. L.; MENEZES, C. E. G. Precipitação e aporte de nutrientes em diferentes estádios sucessionais de floresta atlântica, Pinheiral - RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 389-399, jul.-set., 2013.

FREITAS, J. P. O. **Caracterização de processos hidrológicos em ambientes de estágio inicial e avançado de regeneração em floresta atlântica**. 2014. 47f. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Minas Gerais.

Fundação SOS Mata Atlântica; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica período 2016-2017**. Relatório Técnico. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://mapas.sosma.org.br>>.

GARDON, F. R. **Interceptação da chuva por plantios de restauração florestal**. 2016, 80f. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.

HORTON, R. E. 1919. Rainfall interception. **Monthly Weather Review**, vol. 47, n. 9, p. 603-623.

KONISHI, S.; TANI, M.; KOSUGI, Y.; TAKANASHI, S.; SAHAT, M.M.; NIK, A.R.; NIIYAMA, K.; OKUDA, T. Characteristics of spatial distribution of throughfall in a lowland tropical rainforest, Peninsular Malaysia. **Forest Ecol. Manage.**, Amsterdam, v.224, p.19–25, 2006.

LIMA, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. ESALQ, 2 ed. Piracicaba, 2008. 253p. Disponível em: <<http://www.ipef.br/hidrologia/hidrologia.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2019

LOESCHER, H.W.; POWERS, J.S.; OBERBAUER, S.F. Spatial variation of throughfall volume in an old-growth tropical wet forest, Costa Rica. **J. Trop. Ecol.**, Cambridge, v.18, p.397–407, 2002.

LORENZON, A. S. **Processos hidrológicos em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa, MG, Viçosa, Minas Gerais**. 2011. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

LORENZON, A.; DIAS, H. C. T.; LEITE, H. G. Precipitação efetiva e interceptação da chuva em um fragmento florestal com diferentes estágios de regeneração. **Revista Árvore**, v. 37, n. 4, p. 619-627, 2013

MARTINS, S. V. Recuperação de matas ciliares. 3. Ed. Viçosa, MG. **Aprenda Fácil**, 2014. 220p.

MELO, V. S.; SÁ, T. D. A.; MOLLER, M. R. F. Escoamento pelo tronco (EPT) em floresta primária explorada seletivamente na Amazônia Oriental. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 44, p. 97-106, 2005.

MENEZES, C. E. G.; PEREIRA, M. G.; CORREIA, M. E. F.; ANJOS, L. H. C. D.; PAULA, R. R.; SOUZA, M. E. D. Aporte e decomposição da serapilheira e produção de biomassa radicular em florestas com diferentes estágios sucessionais em Pinheiral, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 439-452 jul.-set., 2010.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. C.; DIAS, H. C. T. Precipitação efetiva em fragmento secundário da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, v. 29, n. 1, p. 9-15, 2005

OLIVEIRA, N. A. **Processos hidrológicos em uma bacia hidrográfica coberta por Mata Atlântica, em Viçosa – MG**. 2015. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

PEREZ-MARIN, A. M.; MENEZES, R. S. C.; Ciclagem de nutrientes via precipitação pluvial total, interna e escoamento pelo tronco em sistema agroflorestal com *Gliricidia sepium*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 2573-2579, 2008.

ROSA, A. G. **Repartição de chuva e fluxo de nutrientes pelo escoamento pelo tronco**. 2018. 46f. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, São Paulo.

SILVA, W. G. et al. Relief influence on the spatial distribution of the Atlantic Forest cover on the Ubiuna Plateau, SP. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 3, p. 403-411, 2007.

SOUZA, L. C. de; MARQUES, R. Fluxo de Nutrientes em Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas no Litoral do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n.1, p. 125-136, 2010.

SOUZA, V. V.; DIAS, H. C. T.; COSTA, A. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. C. Análise da qualidade das águas das precipitações em aberto e efetiva em um fragmento secundário da mata atlântica, no município de Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 31, n. 4, p. 737-743, 2007.

TOGASHI, H. F.; MONTEZUMA, R. DE C. M.; LEITE, A. F. Precipitação incidente e fluxo de atravessamento das chuvas em três estágios sucessionais de floresta atlântica no maciço da Pedra Branca, Rio de Janeiro. **Revista Árvore**, vol. 36, núm. 5, 2012.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991.

CAPÍTULO 11

AVALIAÇÃO DA ESTIMATIVA VOLUMÉTRICA PARA *Manilkara huberi* (DUCKE) CHEVALIER NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 21/07/2020

Girlene da Silva Cruz

Universidade do Estado de Santa Catarina.
Lages, Santa Catarina.
<http://lattes.cnpq.br/7126687497486027>

Bruno Rafael Silva de Almeida

Universidade do Estado de Santa Catarina.
Lages, Santa Catarina.
<http://lattes.cnpq.br/2655441279590232>

Bruno de Almeida Lima

Universidade do Estado de Santa Catarina.
Lages, Santa Catarina.
<http://lattes.cnpq.br/7668250147759195>

Lucas Cunha Ximenes

Universidade Federal do Oeste do Pará.
Santarém, Pará.
<http://lattes.cnpq.br/0879648522574450>

Talita Godinho Bezerra

Universidade Federal do Oeste do Pará.
<http://lattes.cnpq.br/4945814991752068>

João Ricardo Vasconcellos Gama

Universidade Federal do Oeste do Pará.
Laboratório de Ecossistemas Amazônicos.
Santarém, Pará.
<http://lattes.cnpq.br/9058536716453750>

RESUMO: O objetivo deste capítulo foi avaliar o ajuste de modelos volumétricos com base em dados de romaneio para a espécie *Manilkara huberi* (Ducke) Chevalier na Floresta Nacional do Tapajós. Os dados são provenientes de inventário 100% e romaneio das espécies na Unidade de Produção Anual 11, que foi manejada no ano de 2016. Foram selecionadas 1.872 árvores com DAP ≥ 50 cm e ajustados oito modelos volumétricos para a espécie. Como critérios de seleção da melhor equação avaliou-se o coeficiente de determinação ajustado, erro padrão da estimativa, significâncias dos parâmetros pelo teste t a 95% de probabilidade, critério de informação de Akaike, critério de informação Bayesiano, valor de F da análise de variância, distribuição gráfica e histogramas de resíduos. Para a validação da melhor equação, foram comparados os volumes estimados e os reais, pelo teste de Qui quadrado a 95% de probabilidade. O modelo de Schumacher Hall apresentou os melhores resultados para os parâmetros de precisão avaliados, com VIF inferior a 10, R^2_{aj} de 84,32%, $Sy.x\%$ de 18,69%, AIC e BIC de 5.468,70 e 5.490,84 respectivamente. Ao avaliar os histogramas de resíduos, foi verificada uma leve tendência de superestimar o volume da espécie. A equação obtida a partir dos modelos de Schumacher Hall foi a que melhor se ajustou ao conjunto de dados, não havendo diferença significativa entre o volume real e o volume estimado para a espécie *Manilkara huberi* com p (valor) de 0,2394. A equação proveniente do modelo de Schumacher Hall foi selecionada para estimar a volumetria da espécie na área de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Dendrometria, Manejo Florestal, Volumetria.

EVALUATION OF THE VOLUMETRIC ESTIMATE FOR *Manilkara huberi* (DUCKE) CHEVALIER IN THE TAPAJOS NATIONAL FOREST

ABSTRACT: The purpose of this chapter was to evaluate the fit of volumetric models based on packing data for the species *Manilkara huberi* (Ducke) Chevalier in the Tapajos National Forest. The data come from a 100% inventory and list of species at the Annual Production Unit 11, which was managed in 2016. 1,872 trees with DBH \geq 50 cm were selected and eight volumetric models for the species were adjusted. As criterion for selecting the best equation, the adjusted determination coefficient, standard error of the estimate, significance of the parameters by the t test at 95% probability, Akaike information criterion, Bayesian information criterion, F value of the analysis of variance were evaluated, graphical distribution and waste histograms. In order to validate the best equation, estimated and actual volumes were compared using the Chi-square test at 95% probability. The Schumacher Hall model presented the best results for the evaluated precision parameters, with VIF less than 10, R^2_{aj} of 84.32%, $Sy.x\%$ of 18.69%, AIC and BIC of 5.468,70 and 5.490,84 respectively. When evaluating the residue histograms, there was a slight tendency to overestimate the volume of the species. The equation obtained from Schumacher Hall models was the one that best fitted the data set, with no significant difference between the actual volume and the estimated volume for the species *Manilkara huberi* with p (value) of 0.2394. The equation from the Schumacher Hall model was selected to estimate the volumetry of the species in the study area.

KEYWORDS: Dendrometry, Forest management, Volumetry.

1 | INTRODUÇÃO

As técnicas de exploração de impacto reduzido proporcionadas pelo manejo florestal constituem-se como uma alternativa sustentável para o suprimento de madeira, pois além de ser uma estratégia eficiente na conservação da floresta amazônica (EDWARDS et al., 2014), também proporciona a retenção de grande parte dos estoques de carbono, da biodiversidade das florestas (PUTZ et al., 2012) e ainda gera emprego e renda (BLASER et al., 2011).

Este tipo de manejo requer estimativas do estoque de crescimento das espécies, as quais geralmente são expressas em termos de volume de madeira (AKINDELE; LEMAY, 2006). Além disso, o volume é considerado uma importante medida dendrométrica para a análise da viabilidade do manejo florestal na Amazônia, uma vez que fornece informações quantitativas da floresta que auxiliam no processo de tomada de decisão, subsidiando o planejamento e o ordenamento florestal (SILVA JÚNIOR, 2009; SANTOS et al., 2012; BARRETO et al., 2014).

A legislação brasileira exige o uso de uma equação local para estimar o volume de árvores em pé a partir do segundo POA (Plano Operacional Anual) de uma UMF (Unidade de Manejo Florestal), estabelecendo parâmetros para a regulação da produção pelo PMFS (Plano de Manejo Florestal Sustentável) e a determinação obrigatória do estoque

volumétrico por meio de medições dendrométricas (BRASIL, 2006; BRASIL, 2009). No entanto, esses instrumentos legais não impõem um método específico para o ajuste de equações volumétricas (LEÃO et al., 2020).

A abundância de espécies florestais na Amazônia afeta a forma das árvores, conferindo diversas peculiaridades, o que dificulta o emprego de fatores de forma e equações de volume (FIGUEIREDO FILHO, 1983). A heterogeneidade pronunciada na composição de espécies, até mesmo dentro de uma pequena área, constitui um importante desafio no desenvolvimento de funções de volume para florestas tropicais naturais, em que o ajuste de equações específicas é uma das principais formas de contornar essa dificuldade (AKINDELE; LEMAY, 2006), pois eleva a precisão das estimativas de volume (CYSNEIROS et al., 2017).

Dentre as espécies comerciais, a *Manilkara huberi* (Ducke) Chevalier merece destaque por ser uma das espécies arbóreas amazônicas mais difundidas, além de que devido à sua madeira muito dura e resistente, tem sido um alvo preferido de colheita seletiva pela indústria madeireira (AZEVEDO et al., 2007). Sendo assim, faz-se necessário estabelecer estimativas volumétricas sobre esta espécie para se obter parâmetros mais precisos e subsidiar ações para seu manejo.

Com isto, o objetivo deste capítulo foi avaliar o ajuste de modelos volumétricos com base em dados de romaneio para a espécie *Manilkara huberi* na Floresta Nacional do Tapajós.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O trabalho foi realizado na Floresta Nacional do Tapajós, Unidade de Conservação (UC) Federal criada pelo decreto nº 73.683 de fevereiro de 1974, no Estado do Pará, Brasil, entre os paralelos de 2° 45' e 4° 10' de latitude sul e entre os meridianos de 54° 45' e 55° 30' de longitude oeste (ESPÍRITO-SANTO et al., 2005). Esta UC detém uma área de aproximadamente 527 mil hectares destinados ao uso sustentável dos recursos naturais que, atualmente, está sob jurisdição do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) (ANDRADE et al., 2015; FURTADO NETO et al., 2019).

A área de estudo está mais precisamente localizada no município de Belterra – PA, a 117 km da cidade Santarém – PA, considerando o sentido inverso da Rodovia BR 163 (Figura 1). O clima da região é do tipo Am, segundo a classificação de Köppen-Geiser, isto é, tropical úmido, com uma estação seca de dois a três meses por ano e precipitação anual em torno de 2.110 mm (OLIVEIRA, et al., 2005; ALVARES et al., 2014). A área abrange uma vegetação do tipo Floresta Ombrófila Densa, sustentada por solos predominantemente Latossolo Amarelo Distrófico (IBAMA, 2004).

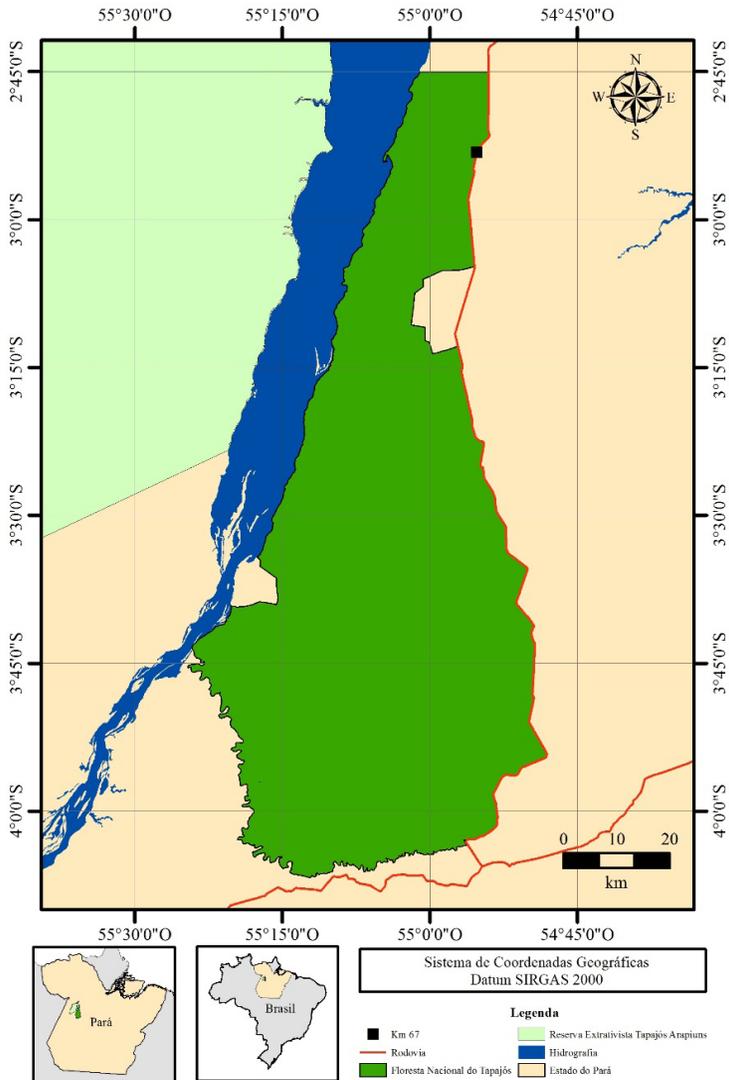


Figura 1. Localização da Floresta Nacional do Tapajós, Estado do Pará, Brasil.

2.2 Coleta de Dados

Os dados utilizados neste trabalho são provenientes do inventário florestal 100% e da cubagem rigorosa (romaneio) da Unidade de Produção Anual (UPA) 11, manejada pela Cooperativa Mista da Flona do Tapajós (COOMFLONA) no ano de 2016, na Floresta Nacional do Tapajós. Desde 2006, a COOMFLONA atua na UC, gerando renda às comunidades tradicionais locais por meio do manejo dos recursos florestais (GOMES et al., 2018).

Foram selecionados 2.065 árvores-amostra da espécie *Manilkara huberi* (Ducke.) Chevalier com diâmetro à altura do peito (DAP, convencionado a 1,30 m do solo) a partir de 50 cm. A amostra utilizada foi cubada rigorosamente pelo método de Smalian, onde cada árvore foi seccionada em tamanhos que variaram de 4 a 7 metros, atendendo a metodologia de Silva-Ribeiro et al. (2014) utilizada pela COOMFLONA. Neste método, a soma dos comprimentos das toras seccionadas corresponde à altura comercial de cada árvore.

2.3 Análise de Dados

Foram ajustados oito modelos volumétricos, conforme descritos na Tabela 1.

Nº	Autor	Modelo
1	Schumacher Hall logaritimizado	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 * (\ln dap) + \beta_2 * (\ln hc) + \varepsilon$
2	Spurr logaritimizados	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 * (\ln dap^2 * hc) + \varepsilon$
3	Husch	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 * (\ln dap) + \varepsilon$
4	Meyer	$v = \beta_0 + \beta_1 * (dap) + \beta_2 * (dap^2) + \beta_3 * (dap * hc) + \beta_4 * (dap^2 * hc) + \beta_5 * (hc) + \varepsilon$
5	Stoate	$v = \beta_0 + \beta_1 * (dap^2) + \beta_2 * (dap^2 * hc) + \beta_3 * (dap * hc) + \beta_4 * (hc) + \varepsilon$
6	Hohenald – Krenn	$v = \beta_0 + \beta_1 * (dap) + \beta_2 * (dap^2) + \varepsilon$
7	Brenac	$\ln v = \beta_0 + \beta_1 * (\ln dap) + \beta_2 * (1/dap) + \varepsilon$
8	Spurr variável combinada	$v = \beta_0 + \beta_1 * (dap^2 * hc) + \varepsilon$

Tabela 1. Modelos volumétricos que foram testados para o ajuste das equações da Floresta Nacional do Tapajós-PA.

Em que: dap: diâmetro à altura do peito, em cm; hc: altura comercial obtida a partir da soma dos comprimentos das toras, em m; ln: logaritmo neperiano; β_i : parâmetros da regressão; ε_i : erro aleatório.

Para a seleção da melhor equação analisou-se o coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}), erro padrão da estimativa ($Sy.x\%$), critério de informação de Akaike, critério de informação Bayesiano, valor de F da análise de variância, significância dos coeficientes pelo teste “t” a 95% de probabilidade e análise gráfica e histogramas de resíduos. Para modelos logaritimizados as estimativas foram recalculadas pelo fator de Meyer (FM). Para modelos que apresentam transformação logaritmo na base 10 e o logaritmo natural, não é suficiente aplicar o antlog, sendo necessário o cálculo do Fator de Meyer para minimizar as discrepâncias logarítmicas (SILVA; CORTE; SANQUETTA, 2011).

A multicolinearidade foi avaliada por meio do fator de inflação da variância (VIF) para todos os modelos que apresentam mais de uma variável independente. Caso o valor de $VIF \geq 10$ significa que o modelo apresenta multicolinearidade problemática, sendo aconselhável a não utilização dos mesmos.

2.4 Validação da melhor equação

Para realizar a validação da melhor equação foram selecionadas 208 árvores, 10% do banco de dados, que não fizeram parte dos ajustes dos modelos volumétricos. Após a seleção da equação, foram comparados o volume estimado e o volume real, obtido no romaneio de toras, pelo teste de Qui-quarado a 95% de probabilidade.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão descritos a síntese dos resultados para os ajustes dos oito modelos volumétricos. Em relação a significância dos coeficientes, apenas os modelos Meyer e Brenac apresentaram coeficientes não significativos de acordo com o teste t a 95% de probabilidade. Ao analisar os resultados do fator de inflação da variância dos modelos foi verificado que as equações provenientes dos modelos de Meyer, Stoate, Hohenald Krenn e Brenac apresentaram valores de VIF superiores a 10, demonstrando a existência de multicolinearidade problemática, sendo indicado a não utilização dessas equações, pois os valores dos coeficientes não são confiáveis.

A presença de elevado valor de VIF para os modelos de Meyer, Stoate e Hohenald – Krenn foram observados em estudos desenvolvidos Oliveira et al. (2017), Cruz et al. (2019b), sendo que os autores associaram estes resultados a alta correlação entre as variáveis independentes. Para Ferreira (2009) a presença de multicolinearidade problemática afetada de forma significativa nos valores dos coeficientes obtidos na regressão, podendo gerar estimativas não condizentes com a realidade.

Os resultados de R^2_{aj} e $S_{y,x\%}$ variaram entre 74,24 à 84,32% e 23,95 à 18,69% respectivamente. O modelo de Schumacher Hall (1) apresentou os melhores resultados de todos os parâmetros de precisão avaliado, com valor de R^2_{aj} de 84,32%, menores valores de $S_{y,x\%}$, critério de informação de Akaike e critério de informação Bayesiano, sendo 18,69%, 5,468,70 e 5,490,84 respectivamente.

Ao longo dos anos, diversos autores vêm demonstrando melhores resultados de modelos de dupla entrada apresentam resultados mais precisos quando comparados aos de simples entrada (CYSNEIROS et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2017; CRUZ et al., 2019a; CRUZ et al., 2019b; SANTOS et al., 2019).

Mod.		Coeficientes	VIF	FM	R ² aj, (%)	Sy,x (%)	AIC	BIC	F
1	β_0	-8,79416 [†]	-						
	β_1	1,88544 [†]	1,03	1,01	84,32	18,69	5.468,70	5.490,84	5.409,84
	β_2	0,79358 [†]	1,03						
2	β_0	-8,85148 [†]	-						
	β_1	0,90846 [†]	-	1,01	84,14	18,79	5.488,23	5.504,84	10.518,31
3	β_0	-6,98534 [†]	-						
	β_1	2,02606 [†]	-	1,02	74,24	23,95	6.395,83	6.412,43	6.050,33
4	β_0	-2,45528 ^{ns}	-	-					
	β_1	0,05323 ^{ns}	2286,50	-					
	β_2	-0,00001 ^{ns}	2235,36	-					
	β_3	0,00191 ^{ns}	4756,89	-	84,72	18,44	5.422,73	5.461,46	9.186,35
	β_4	0,00002 ^{ns}	2908,31	-					
	β_5	-0,02678 ^{ns}	506,03	-					
5	β_0	-1,02143 [†]	-	-					
	β_1	0,00041 [†]	30,01	-					
	β_2	0,00003 [†]	39,78	-	84,38	18,64	5.461,25	5.488,92	8.925,81
	β_3	0,07406 [†]	6,50	-					
6	β_0	-4,32175 [†]	-	-					
	β_1	0,11979 [†]	69,72	-	75,12	23,53	6.331,62	6.353,76	5.642,57
	β_2	0,00026 [†]	69,72	-					
7	β_0	-0,37263 ^{ns}	-						
	β_1	0,77812 [†]	80,50	1,02	75,14	23,53	6.331,07	6.353,20	2.823,28
	β_2	-90,17086 [†]	80,50						
8	β_0	0,71662 [†]	-	-					
	β_1	0,00004 [†]	-	-	83,89	18,94	5.517,27	5.533,87	9.739,35

Tabela 2. Parâmetros de precisão das equações genéricas, na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, Pará.

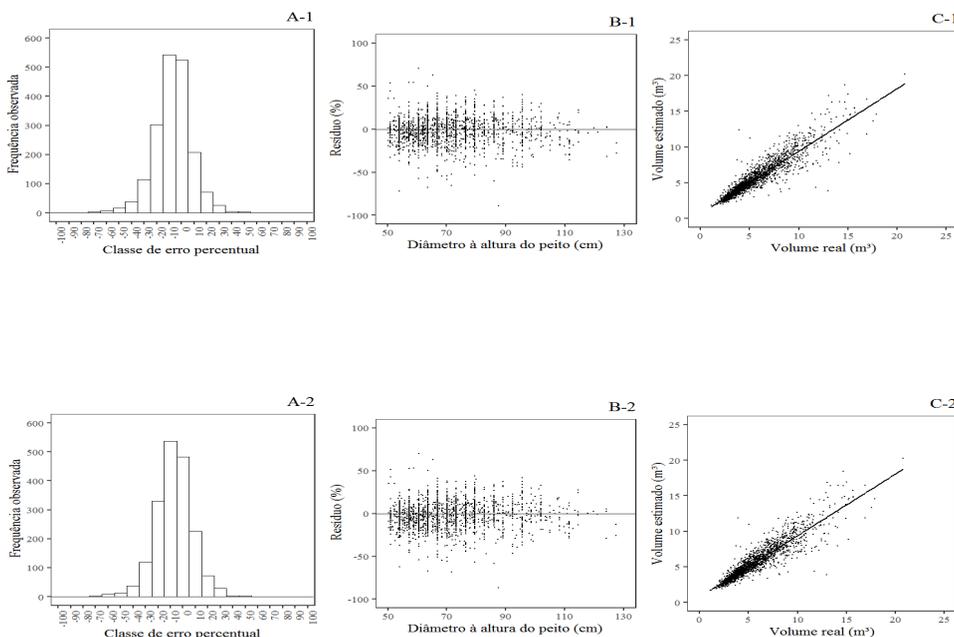
Em que: Mod. = modelo estatístico ajustado; β_i = coeficientes da regressão; FM= fator de correção de Meyer; R²aj%= coeficiente de determinação ajustado em porcentagem; Sy.x% = erro padrão da estimativa em porcentagem; AIC = critério de informação Akaike; BIC = critério de informação Bayesiano; F = valor de F da análise de variância; [†] = coeficiente significativo de acordo com o teste t à 95% de probabilidade; ^{ns} = coeficiente não significativo de acordo com o teste t à 95% de probabilidade; 1 = Schumacher Hall logaritmizado; 2 = Spurr logaritmizados;

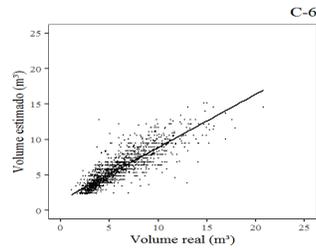
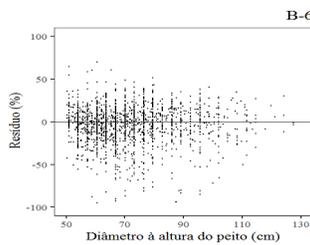
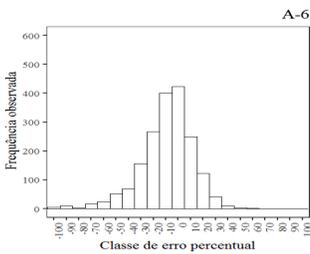
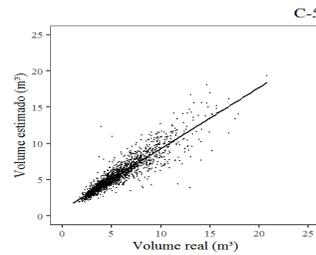
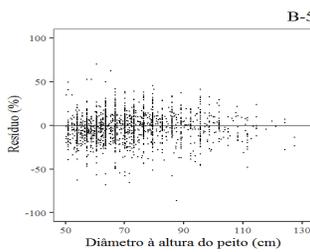
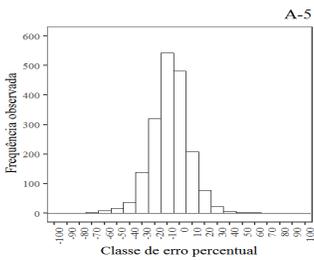
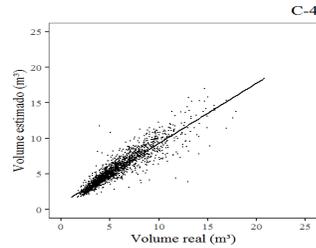
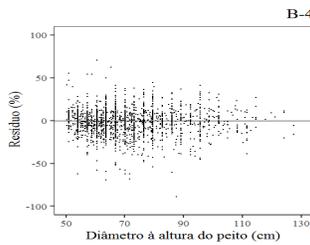
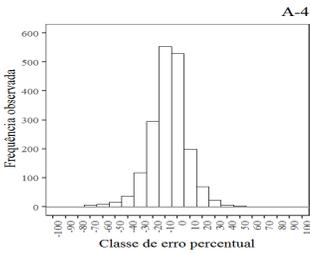
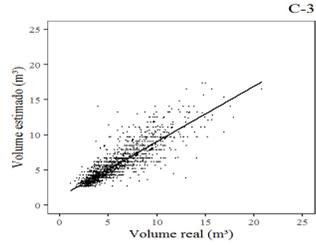
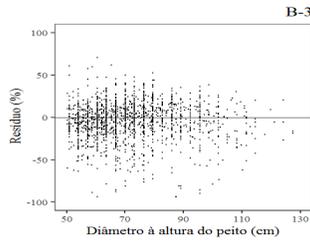
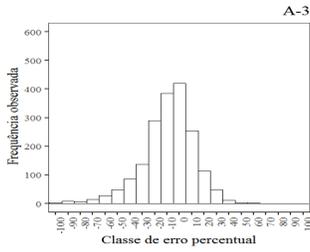
3 = Husch; 4 = Meyer; 5 = Stoate; 6 = Hohenald – Krenn; 7 = Brenac; 8 = Spurr variável

combinada.

Santos et al. (2019) ao ajustarem modelos volumétricos para espécies do gênero *Manilkara* na Floresta Nacional do tapajós observaram que o modelo de Spurr logaritimizado gerou os melhores resultados quando comparado aos demais. Já Silva-Ribeiro et al. (2014) ao ajustarem modelos volumétricos para a espécie na mesma área de estudo, observaram que as equações provenientes dos modelos de Spurr e Schumacher Hall foram os mais precisos neste estudo.

A análise da distribuição gráfica e histogramas de resíduos é importante para verificar se as equações apresentam algum tipo de tendenciosidade seja de sub ou superestimar a variável de interesse. No presente estudo é possível observar que o modelo de Schumacher Hall apresentou leve tendência a superestimar o volume da espécie, conforme é observado na Figura 2. Na distribuição gráfica de resíduos para a equação proveniente do modelo de Schumacher Hall (Figura 2) houve a concentração de resíduos entre $\pm 50\%$. Ao analisar a distribuição gráfica de resíduos dos demais modelos avaliados, foram observados que modelos superestimaram a variável independente da espécie.





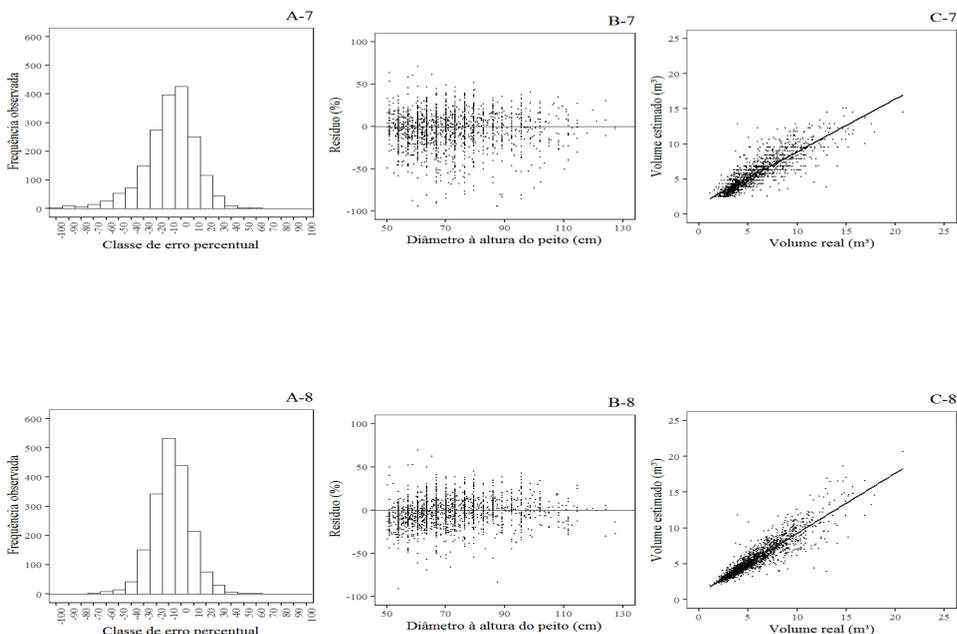


Figura 2. Análise gráfica proveniente dos ajustes dos modelos volumétricos para a espécie *M. huberi*, na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, Pará. Em que: 1: Schumacher Hall logaritimizado; 2: Spurr logaritimizado; 3: Husch; 4: Meyer; 5: Stoate; 6: Hohenald – Krenn; 7: Brenac; 8: Spurr variável combinada; A: histograma de resíduos; B: distribuição gráfica dos resíduos; C: volume observado em função do volume estimado.

3.5 Validação da melhor equação

Ao comparar o volume real obtido na cubagem rigorosa com volume estimado pela equação proveniente do modelo de Schumacher Hall, foi verificado que não existem diferenças significativas de acordo com teste Qui quadrado a 95% de probabilidade, com p-valor de 0,2394, sendo esta equação validada para a estimar o volume da espécie na Flona do Tapajós.

4 | CONCLUSÃO

A equação proveniente do modelo de Schumacher Hall logaritimizado foi selecionada para prever o volume da espécie. A equação $\ln(v) = -8,79416 + 1,88544 * \ln(dap) + 0,79358 * \ln(hc)$ é válida para estimar o volume de *Manilkara huberi* na área de estudo.

REFERÊNCIAS

- AKINDELE, S. O.; LEMAY, V. M. Development of tree volume equations for common timber species in the tropical rain forest area of Nigeria. **Forest Ecology and Management**, v. 226, p. 41–48, 2006.
- ALVARES, C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, 711–728, 2014.
- ANDRADE, D. F. et al. Inventário florestal de grandes áreas na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Amazônia, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá – AP, v. 5, n. 1, p. 109-115, 2015.
- AZEVEDO, V. C. R. et al. Genetic structure and mating system of *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev., a heavily logged Amazonian timber species. **Journal of Heredity**, v. 98, p. 646-654, 2007.
- BARRETO, W. F. et al. Equação de volume para apoio ao manejo comunitário de empreendimento florestal em Anapu, Pará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo – PR, v. 34, p. 321-329, 2014.
- BLASER, J. Status of Tropical Forest Management. **ITTO Technical Series**, Yokohama – Japan, n. 38, 2011..
- BRASIL. **Instrução Normativa n.º 5 de 11 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre os procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestal Sustentável - PMFSs nas florestas primitivas e suas formas de sucessão na Amazônia Legal, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, treze de dezembro de 2006.
- BRASIL. **Resolução Conama n.º 406, de 02 de fevereiro de 2009**. Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia. Diário Oficial da União, Brasília, DF, seis de fevereiro de 2009.
- CRUZ, G.S. et al. Eficiência da estimativa volumétrica para *Goupia glabra* em uma área de manejo florestal na Amazônia brasileira. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá - MT, v. 6, n. 2, p. 681-690, 2019a.
- CRUZ, G.S. et al. Ajuste e avaliação na estimativa volumétrica para *Lecythis lurida* (Miers) S.A. Mori em uma área de manejo florestal. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá - MT, v. 6, n. 1, p. 549 – 554, 2019b.
- CYSNEIROS, V. C. et al. Modelos genéricos e específicos para estimativa do volume comercial em uma floresta sob concessão na Amazônia. **Scientia Forestalis**, Piracicaba - SP, v. 45, n. 114, p. 295-304, 2017.
- EDWARDS, D. P. et al. Maintaining ecosystem function and services in logged tropical forests. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 29, n. 9, p. 511–20, 2014.
- ESPÍRITO-SANTO, F. D. B. et al. Análise da composição florística e fitossociológica da Floresta Nacional do Tapajós com apoio geográfico de imagens de satélites. **Acta Amazonica**, Manaus – AM, v. 35, n. 2, p. 155-173, 2005.

FERREIRA, M. Z. **Modelagem da influência de variáveis ambientais no crescimento e na produção de *Eucalyptus* sp.** 2009. 101 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 2009.

FIGUEIREDO FILHO, A. **Estudos de modelos matemáticos para estimar o volume por unidade de área em uma floresta tropical úmida na Amazônia brasileira.** 1983. 176 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba -PR, 1983.

FURTADO NETO, A. T. et al. Produção e Fluxo de Metano na Floresta Nacional do Tapajós. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos -SP, v. 34, n. 4, p. 585-596, 2019.

GOMES, K. M. A. et al. Eficiência na estimativa volumétrica de madeira na Floresta Nacional do Tapajós. **Nativa**, Sinop-MT, v.6, n. 2, p. 170- 176, 2018.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Floresta Nacional do Tapajós - Plano de Manejo.** IBAMA, Belterra, Pará, 2004. 373p.

LEÃO, F. M. et al. Comparison of different methods of measuring tree volumes in the municipality of Anapu, Pará, Brazil. **Floresta**, Curitiba -PR, v. 50, n. 3, p. 1457-1466, 2020.

OLIVEIRA, L. C. et al. Efeito da exploração de madeira e tratamentos silviculturais na composição florística e diversidade de espécies em uma área de 136 ha na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra, Pará. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, n. 69, p.62-76, 2005.

OLIVEIRA, R.C.A.; RODE, R.; GAMA, J.R.V.; ALMEIDA, E.C. Equações volumétricas para *Couratari stellata* A.C Smith (Tauari) na Floresta Nacional do Tapajós. **Nativa**, Sinop-MT, v. 5, n. 2, p. 138-144, 2017.

PUTZ, F. E. et al. Sustaining conservation values in selectively logged tropical forests: the attained and the attainable. **Conservation Letters**, v. 5, p. 296–303, 2012.

SANTOS, A. T. DOS; MATTOS, P. P. DE; BRAZ, E. M.; ROSOT, N. C. Equação de volume e relação hipsométrica em plantio de *Ocotea porosa*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo - PR, v. 32, n. 69, p. 13-21, 2012.

SANTOS, M.F. et al. Eficiência de equações volumétricas para *Manilkara* spp. em floresta manejada na Amazônia Oriental. **Nativa**, Sinop, v. 7, n. 5, p. 621-628, 2019.

SILVA JÚNIOR, A. T. **Equação de volume e fator de forma para árvores de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (Paricá) no município de Aurora do Pará.** 2009. 09 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém- PA, 2009.

SILVA, F.; CORTE, A.P.D.; SANQUETTA, C.R. Equações de afilamento para descrever o volume total do fuste de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* na região do Triângulo Mineiro. **Scientia Forestalis**, Piracicaba -SP, v. 39, p. 367-376, 2006.

SILVA-RIBEIRO, R. B.; GAMA, J. R. V.; MELO, L. O. Seccionamento para cubagem e escolha de equações de volume para a Floresta Nacional do Tapajós. **Cerne**, Lavras -MG, v. 20, n. 4, p. 605-612, 2014.

CAPÍTULO 12

EFEITO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS NA DECOMPOSIÇÃO FOLIAR E NOS TEORES DE NUTRIENTES EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ATLÂNTICA NO SUL DO ESPÍRITO SANTO

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 15/07/2020

Rafael Luiz Frinhan Rocha

Universidade Estadual do Norte Fluminense,
Núcleo de Desenvolvimento de Insumos
Biológicos para a Agricultura. Campos dos
Goytacazes – Rio de Janeiro.
<https://orcid.org/0000-0003-4399-5039>

Jéferson Luiz Ferrari

Instituto Federal do Espírito Santo, Laboratório
de Geoprocessamento. Alegre – Espírito
Santo.
<https://orcid.org/0000-0001-5663-6428>

William Macedo Delarmelina

Instituto Federal do Espírito Santo,
Coordenadoria do Técnico em Florestas.
Ibatiba – Espírito Santo .
<https://orcid.org/0000-0001-9347-9441>

Diego Gomes Júnior

Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal
do Espírito Santo, Gerência Local de Alegre.
Alegre - Espírito Santo.
<https://orcid.org/0000-0003-3789-8072>

Marcos Vinicius Wincker Caldeira

Universidade Federal do Espírito Santo,
Departamento de Ciências Florestais e da
Madeira, Jerônimo Monteiro – Espírito Santo.
<https://orcid.org/0000-0003-4691-9891>

Júlio César Tannure Faria

Universidade Federal de Lavras, Departamento
de Ciências Florestais, Lavras - Minas Gerais.
<http://orcid.org/0000-0001-7081-3726>

Rafael Chaves Ribeiro

Universidade Estadual do Norte Fluminense,
Núcleo de Desenvolvimento de Insumos
Biológicos para a Agricultura. Campos dos
Goytacazes – Rio de Janeiro.
<https://orcid.org/0000-0002-0986-111X>

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito dos elementos climáticos (precipitação e temperatura do ar) no processo de decomposição e de mineralização dos nutrientes da serapilheira foliar em uma Floresta Estacional Semidecidual Submontana, no Sul do Espírito Santo. Para tanto, foi empregado o método de *litterbags*, por meio da distribuição de 144 unidades em dozes parcelas fixas, com coletas mensais durante doze meses (fev. de 2014 a jan. de 2015). O material coletado nos *litterbags* foi seco em estufa para obtenção do peso seco, taxa de decomposição e posterior análise química. Após 360 dias, a taxa de decomposição foliar (k) foi de 1,44 com total de massa decomposta de 76,46% e estimativa de 748 dias para a decomposição de 95% da serapilheira foliar. Foi observado efeito dos elementos climáticos sobre a decomposição, quando considerado seu efeito acumulativo, o qual não é imediato. Quanto os nutrientes, foi observado efeito apenas da variável tempo sobre a liberação de nutrientes, se correlacionando positivamente. A média da liberação acumulada entre os nutrientes foi de 73,01%. Os nutrientes tiveram a seguinte ordem de teor na biomassa

vegetal: Ca>N>Mg>S>K>P e a seguinte ordem de magnitude para a liberação de nutrientes foi: K>N>Mg>P>Ca>S.

PALAVRAS-CHAVE: Ecologia florestal, Ciclagem de nutrientes, Taxa de decomposição, Condições climáticas.

EFFECT OF CLIMATE ELEMENTS ON LEAF DECOMPOSITION AND NUTRIENT CONTENTS IN A FRAGMENT OF ATLANTIC FOREST IN THE SOUTH OF THE ESPIRITO SANTO

ABSTRACT: The objective of the present study was to verify the effect of climatic elements (precipitation and air temperature) on the decomposition and mineralization process of leaf litter nutrients in a Submontane Semideciduous Seasonal Forest, in the south of Espírito Santo. For this, the litterbags method was used, through the distribution of 144 units in twelve fixed installments, with monthly collections for twelve months (Feb. 2014 to Jan. 2015). The material collected in the litterbags was dried in an oven to obtain the dry weight, decomposition rate and subsequent chemical analysis. After 360 days, the leaf decomposition rate (k) was 1.44 with a total decomposed mass of 76.46% and an estimate of 748 days for the decomposition of 95% of leaf litter. The effect of climatic elements on decomposition was observed when considering its cumulative effect, which is not immediate. For nutrients, only the effect of the variable time on nutrient release was observed, correlating positively. The average accumulated release between nutrients was 73.01%. The nutrients had the following order of content in the plant biomass: Ca> N> Mg> S> K> P and the following order of magnitude for the release of nutrients was: K> N> Mg> P> Ca> S.

KEYWORDS: Forest ecology, Nutrient cycling, Decomposition rate, Climate conditions.

1 | INTRODUÇÃO

As florestas tropicais, em grande parte, estão estabelecidas em solos pobres nutricionalmente, e são altamente dependentes da ciclagem de nutrientes (Selle, 2007). Com a finalidade de compreender o efeito das mudanças climáticas sobre sistemas florestais, diversas pesquisas vêm sendo desenvolvidas abordando a autossuficiência das florestas com base em seu estado nutricional, e nestes, destacam-se os estudos de produção, aporte e decomposição, considerados processos essenciais na manutenção dos ecossistemas (Signor e Dionísio 2016; Grugiki et al. 2017).

Em ecossistemas terrestres, principalmente os florestais, a decomposição é compreendida como um dos mais importantes processos ecológicos, sendo crucial para o ciclo do carbono e retorno dos nutrientes ao solo (Scoriza e Piña-Rodrigues 2014; Ge et al. 2017). A decomposição pode ser definida como um processo de base biológica de transformação da matéria orgânica em compostos inorgânicos assimiláveis (Barbhuiya et al., 2008) *Altingia excelsa*, *Castanopsis indica*, *Duabanga sonneratioides*, *Dysoxylum binectariferum*, *Mesua ferrea*, *Shorea assamica*, *Taluma hodgsonii*, *Terminalia myriocarpa* and *Vatica lancefolia*.

O processo de decomposição, apesar de contínuo, é diretamente influenciado por fatores biológicos, edáficos e climáticos, como índices de precipitação e temperatura do ar, além de suas variações sazonais (Krishna e Mohan, 2017; Santos et al., 2019). Estas variáveis somadas às características bioquímicas da serapilheira, condicionam a velocidade e a liberação de nutrientes ao solo e sua disponibilização à vegetação (Dick e Schumacher, 2015).

A relação entre o processo de decomposição e a sazonalidade dos elementos climáticos, fornece informações sobre o estado nutricional das florestas, permitindo quantificar as entradas de nutrientes no sistema. De acordo com levantamento realizado por Villa et al. (2016), nutrientes como N, P, K, Ca e Mg podem apresentar redução ou aumento de teores no sistema solo-planta em função de períodos de chuva ou de seca, seja pelo aporte de serapilheira ou por mecanismos internos de translocação. Dessa forma, a compreensão dessas variações, auxilia no desenvolvimento de técnicas de manejo para fins de proteção e regeneração florestal (Godinho et al. 2015; Garlet et al. 2019).

Considerando os elementos climáticos como fatores de regulação do processo de decomposição da serapilheira foliar nos ecossistemas florestais, objetivou-se com o presente estudo analisar o efeito da precipitação e da temperatura sobre a taxa de decomposição e de mineralização de nutrientes em uma Floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Localização e caracterização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido entre fevereiro de 2014 e janeiro de 2015 na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN - Cafundó), Fazenda Boa Esperança, no município de Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, Brasil, sob coordenadas Latitude 20°43"S e Longitude 41°13"W. Integrante do corredor ecológico Burarama – Pacotuba – Cafundó, a RPPN possui área total de 517 ha, dividida em quatro fragmentos florestais, sendo o presente trabalho desenvolvido em doze parcelas de área (20 x 50m²) distribuídas sistematicamente no fragmento de maior representatividade, com área de 358,86 ha (Figura 1).

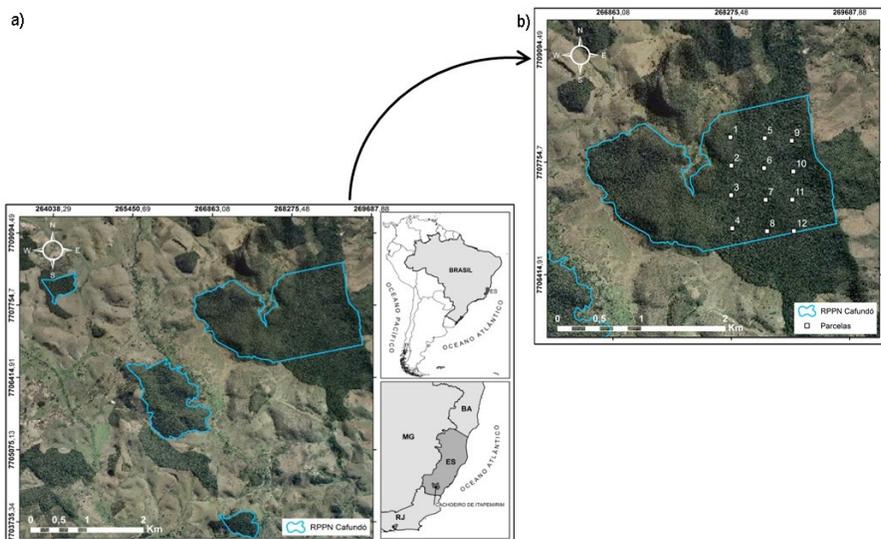


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo (RPPN Cafundó) e posição das parcelas amostrais dentro do fragmento (Gomes Júnior et al., 2019).

O solo do fragmento foi classificado como Planossolo Háplico Eutrófico Arênico com inclusões de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico e Cambissolo Háplico Tb Eutrófico típico (Gomes Júnior et al., 2019). A caracterização edáfica e da vegetação estão apresentadas resumidamente na Tabela 1 (Archanjo et al., 2012; Delarmelina, 2015; Gomes Júnior et al., 2019).

Caracterização Fitossociológica e Atributos Edáficos		
Vegetação	Parâmetros Levantados	Valores
	Densidade de Indivíduos (Ind ha ⁻¹)*	1823
	Número de Espécies	258
	Números de Famílias	54
	Fabaceae (Espécies)**	44
	Myrtaceae (Espécies)**	27
	Pioneira (%)	0,2
	Secundária Inicial (%)	26,5
	Secundária Tardia (%)	58,1
	Não Caracterizado (%)	15,2
Serapilheira (kg ha ano⁻¹)	Depositada***	7627,7
	Acumulada***	5506,1
	Depositada****	7826,6
	Acumulada****	5458,6

Solo	pH (H ₂ O)	5,98
	P (mg dm ⁻³)	7,24
	K (mg dm ⁻³)	64,7
	Ca (cmol _c dm ⁻³)	4,38
	Mg (cmol _c dm ⁻³)	1,16
	Soma de Bases (cmol _c dm ⁻³)	5,7
	CTC Efetiva (cmol _c dm ⁻³)	5,75
	Saturação de Bases (%)	65,6
	Matéria Orgânica (g dm ⁻¹)	33,95
	Densidade (kg dm ⁻³)	1,15
	Areia Grossa (g kg ⁻¹)	493,67
	Areia Fina (g kg ⁻¹)	178,43
	Silte (g kg ⁻¹)	65,94
	Argila (g kg ⁻¹)	261,97

Tabela 1 – Vegetação e atributo físico-químicos do solo (0–20 cm) da RPPN Cafundó, ES.

*Densidade total de indivíduos com diâmetro na altura do peito (DAP) superior a 5 cm.

**Famílias com maior representatividade de espécies dentro da área amostrada.

***Serapilheira Depositada e Acumulada entre abril de 2013 a março de 2014.

****Serapilheira Depositada e Acumulada entre abril de 2014 a março de 2015.

2.2 Caracterização e levantamento climático da região da rppn cafundó

O clima da região, de acordo com Köppen é classificado como tipo Aw, com verão chuvoso e inverno seco (Alvares et al., 2013) with well recognized simple rules and climate symbol letters. In Brazil, climatology has been studied for more than 140 years, and among the many proposed methods Köppen's system remains as the most utilized. Considering Köppen's climate classification importance for Brazil (geography, biology, ecology, meteorology, hydrology, agronomy, forestry and environmental sciences. A temperatura média das mínimas e máximas são de 11,8°C e 34°C, respectivamente (Pezzopane et al., 2012). O índice médio pluviométrico anual é de 1293 mm (Incapar, 2020). A área apresenta considerável variação de temperatura e precipitação entre as estações seca e úmida (Figura 2).

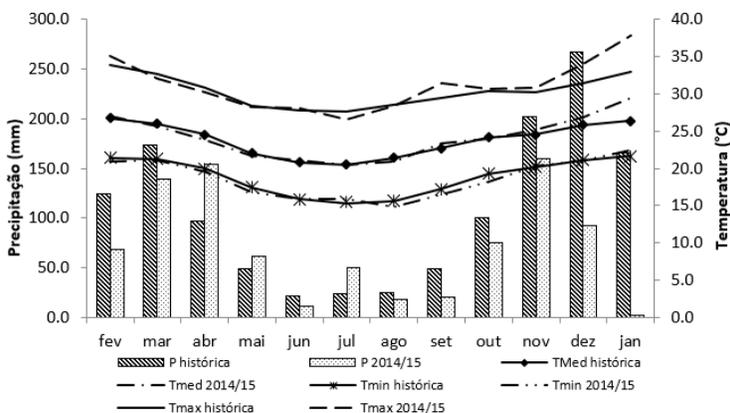


Figura 2 - Dados climáticos da região da RPPN Cafundó durante o estudo. Dados climáticos de fevereiro de 2014 a janeiro de 2015. Barras verticais: Precipitação (P); Linhas horizontais em ordem: Temperaturas máximas (Tmáxima), médias (Tmédia) e mínimas (Tmínima).

Os dados de precipitação e temperatura média do ar para o período de realização do estudo foram obtidos na Estação Meteorológica de Alegre - ES, localizada a cerca 30 km da RPPN Cafundó. Durante o estudo, foram observadas semelhanças entre as temperaturas registradas e a série histórica, no entanto, a precipitação ocorrida foi aquém do esperado para o mesmo período.

2.3 Decomposição da serapilheira foliar e teores de nutrientes

Para decomposição, utilizou-se o método de *litterbags*, proposto por Bockock e Gilbert (1957). Foram preparadas 144 *litterbags*, confeccionadas em polipropileno com dimensões de 20 x 20 cm e 1 mm de malha (Scoriza et al. 2012). Em cada *litterbag* foi colocado 20 g de material vegetal foliar, sendo destinadas amostras de mesmo peso para obtenção dos valores em massa seca. O material vegetal utilizado para o preenchimento dos *litterbags* foi coletado em janeiro de 2014 na área das doze parcelas amostrais, sendo instaladas posteriormente de forma sistemática sobre o piso florestal nas respectivas parcelas onde o material vegetal foi coletado. Ao todo foram instaladas doze bolsas por parcela amostral, distribuídas em quatro agrupamentos de três *litterbags* em cada vértice da parcela.

Os *litterbags* foram instalados em janeiro de 2014 e a decomposição foi avaliada mensalmente com início em fevereiro de 2014 e término em janeiro 2015. Durante a coleta, os *litterbags* foram colocados em sacos plásticos para evitar perdas de material. Posteriormente, os *litterbags* foram levados a laboratório, onde foram limpos e transferidos para sacos de papel *kraft* devidamente identificados. Após isso, foram levados à estufa de circulação de ar forçado a 65°C por 72 horas até alcançar peso constante, e em seguida pesados em balança analítica de duas casas decimais.

O percentual de massa remanescente foi obtido pela diferença entre massa seca inicial e a massa seca ao final de cada período de decomposição. A constante de decaimento anual (k) foi calculada seguindo o modelo de decaimento exponencial simples (II) de acordo com a equação 1 (Olson, 1963):

$$Mt = Mi \cdot e^{kt} \quad (1)$$

Em que: Mt é o percentual de massa seca remanescente; Mi é o percentual de massa seca inicial; t é o tempo em anos e k é a taxa de decomposição.

Para determinação do tempo necessário para decompor 95% do material, utilizou-se a equação 2 (Jenny et al. 1949):

$$T_{95\%} = 3/k \quad (2)$$

A taxa de mineralização de nutrientes nos tempos de decomposição foi obtida de acordo com a equação 3 (Guo & Sims (1999).

$$R\% = \frac{W_o C_o - W_t C_t}{W_o C_o} \quad (3)$$

Em que: R é a taxa de mineralização de nutrientes (%); W_o é o peso seco inicial do material vegetal (g); C_o é o teor inicial de nutrientes (g kg⁻¹); W_t é o peso seco do material vegetal ao longo do tempo de decomposição (g); C_t é o teor de nutrientes no material vegetal remanescente ao longo do período de decomposição tempo (g kg⁻¹).

Após a secagem e pesagem, o material foliar foi triturado em moinho tipo Willey. Posteriormente, as amostras foram identificadas e encaminhadas para o Laboratório de Solos da Universidade Federal de Viçosa, que determinou os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre de acordo com a metodologia de Sarruge e Haag (1974).

2.4 Análise de dados

Os dados de decomposição da serapilheira foram analisados por meio de regressão dos valores da porcentagem de massa remanescente nos *litterbags*. Para avaliar o efeito dos elementos climáticos (temperatura do ar e precipitação) sobre a decomposição, foi empregado a correlação de *Spearman* entre a massa foliar remanescente e os dados climáticos ao longo do período estudado, utilizando o software *GraphPad Prism versão 7*.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Decomposição da serapilheira foliar

A taxa de decomposição (k) obtida por meio de modelo exponencial simples foi de 1,44. Este valor se encontra em faixa intermediária de resultados levantados por Santos et al. (2019), o qual em estudos em Florestas Estacionais Semideciduais, utilizando modelo

exponencial simples, relatou valores entre 0,0022 e 2,45. Segundo o autor, variações nos resultados se devem às diferentes estruturas florestais, principalmente riqueza de espécies e área basal. Ainda assim, este valor pode ser considerado elevado de acordo com o proposto por Olson (1963), o qual considera elevadas as taxas de decomposição acima de 1. Em relação a perda de biomassa foliar, esta apresentou variações ao longo do tempo, sendo intensa até 150 dias, seguido menores taxas até o fim do experimento (Figura 3).

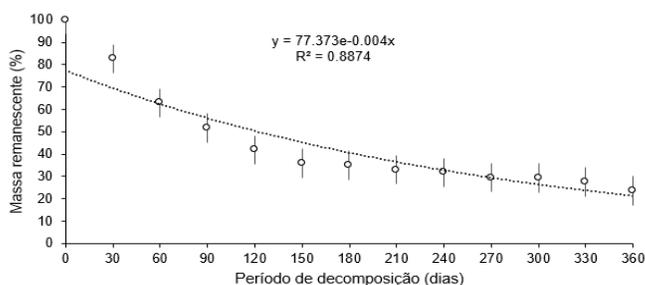


Figura 3 - Percentuais médios de massa remanescente da serapilheira foliar em decomposição ao longo do experimento na RPPN Cafundó, ES. Linhas verticais representam os desvios padrões de doze repetições.

As variações observadas na decomposição ao longo dos períodos de coleta podem estar relacionadas a diversos fatores, dentre eles as interações dos fatores abióticos e bióticos que regem a funcionabilidade e a velocidade de decomposição nos ecossistemas florestais (Boer et al., 2007; Mora-Gómez et al., 2015) P, K, Ca, Mg and S. Nos primeiros 90 dias, a decomposição da serapilheira foliar foi de 37,11% do material inicialmente condicionada nos *litterbags*, com média de decomposição mensal de de 2,30 g. A expressiva decomposição da serapilheira foliar nos meses iniciais também foi observada em trechos de Florestas Estacionais Semidecíduais por Silva et al. (2013) e Gomes Júnior et al. (2019), que verificaram decomposição de 25% e 43%, respectivamente após 90 dias.

A decomposição máxima ocorreu aos 30 e 60 dias após a instalação dos *litterbags*, com 3,13g e 3,55 g, respectivamente, o que corresponde a 37,17% do total decomposto, valor elevando uma vez que a fração decomposta neste período foi superior à ocorrida nos demais intervalos de avaliação. A menor perda de biomassa ocorreu no período de 270 e 300 dias, onde a decomposição foi de 0,4 g e 0,04 g, respectivamente. Nos meses restantes, a decomposição atingiu valores mais estáveis, o que corresponde a 12,36% do total decomposto.

Para a decomposição de 95% da biomassa da serapilheira foliar (t_{95}), foi estimado tempo médio de 748 dias, o que indica lentidão no retorno total dos nutrientes contidos na serapilheira ao solo. Contudo, este se encontra dentro do tempo estimado nos trabalhos

de Silva et al., (2013) e Turchetto e Fortes (2014), ambos em trechos de Florestas Estacionais Semidecíduais, com 714 e 983 dias, respectivamente. Após 360 dias, houve decomposição de 76,46% do total contido inicialmente nos *litterbags* e média de 1,71 g/ mês. Estes resultados permitem estimar o tempo necessário para a renovação da camada de serapilheira (*turnover*) e o retorno de matéria orgânica e nutrientes ao solo ao longo dos anos, além de possibilitar a projeção de índices de integridade ecológica destes ambientes (Terror et al. 2011; Pereira et al. 2013).

3.2 Teores e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em decomposição

Os teores dos nutrientes e a liberação destes nutrientes ao solo apresentou variações ao longo do período estudado (Figura 4).

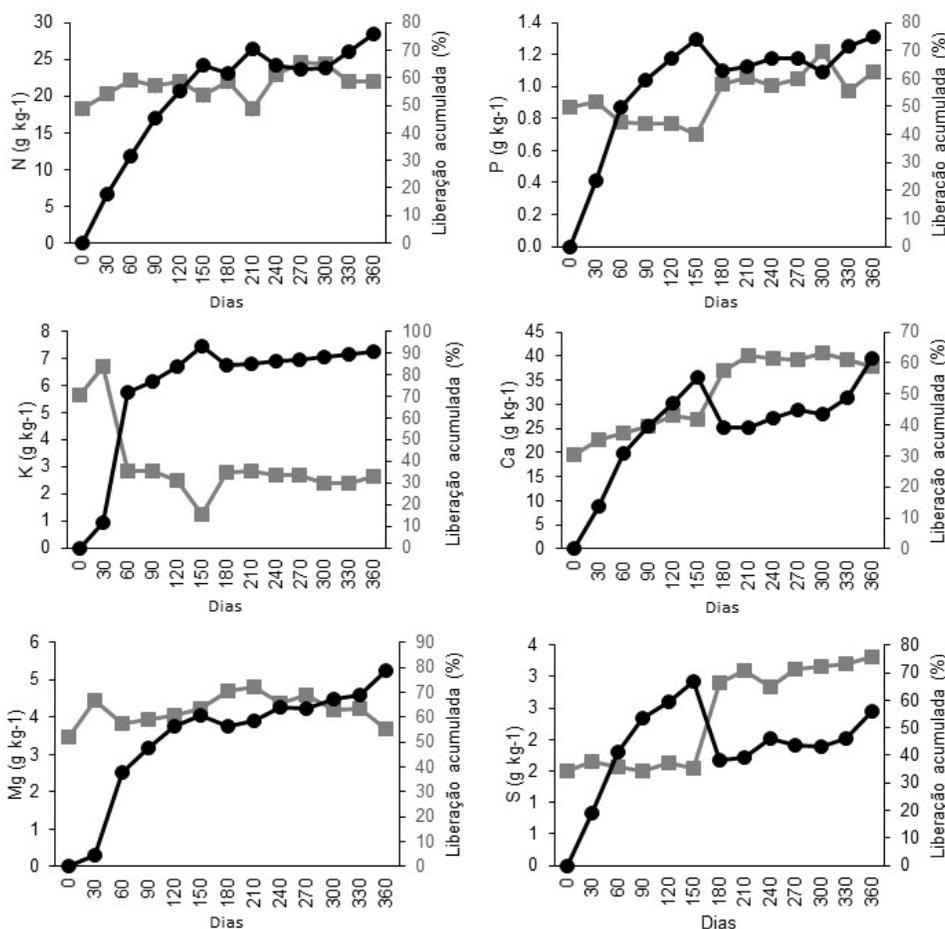


Figura 4. Teores de nutrientes (■) e percentagem de liberação acumulada (●) em função do tempo de decomposição da serapilheira na RPPN Cafundó, ES.

Os nutrientes N e P não apresentaram grandes variações em seus teores ao longo dos meses. Este resultado pode ser atribuído à atividade microbiana, que, durante o processo de decomposição, imobiliza estes nutrientes e posteriormente os libera ao solo (Scheer, 2008; Freire et al., 2010). Os valores obtidos para estes nutrientes podem ser considerados plausíveis quando comparados aos valores obtidos em levantamento de Terror et al. (2011), onde para N o valor médio varia de 10,7 a 24,4 g.kg⁻¹, e o obtido neste estudo foi de 21,98 g.kg⁻¹. Para P, os teores médios estimados variam de 0,27 a 2,08 g.kg⁻¹, e o valor obtido foi de 1,09 g.kg⁻¹. Em relação à liberação destes nutrientes, esta se apresentou intensa até 150 dias, com redução nos meses seguintes. Ao fim do experimento, a liberação acumulada de nitrogênio e fósforo ao solo foi de 76,04% e 75,08% respectivamente.

Após 12 meses, o teor de K sofreu considerável decréscimo de em seu teor na serapilheira. Em conformidade, a liberação acumulada de K foi de aproximadamente 90,67%. A intensa redução dos teores deste elemento, principalmente nos primeiros meses de exposição às condições ambientais sob ação do processo de decomposição, se devem à lixiviação e à sua não participação como componente estrutural dos tecidos vegetais, desta forma sua liberação não depende diretamente da mineralização (Scheer, 2008; Pinto et al., 2009; Silva et al., 2013; Godinho et al., 2014)

Em relação aos teores de Ca, foi observado considerável aumento ao longo dos meses no presente estudo (43,3%). Este acréscimo se apresentou mais lento até 150 dias, tornando-se expressivo após esse período. De acordo com Clevelário Jr. (1996), o aumento nos teores de Ca pode estar relacionado à lentidão na liberação deste nutriente e à sua retenção na transprecipitação pela serapilheira. Quanto à sua liberação, esta foi mais baixa quando comparada aos demais nutrientes, com 61,39% de liberação, devido principalmente à sua característica de baixa mobilidade em tecidos vegetais, dificultando sua decomposição e conseqüentemente mineralização (Schumacher et al. 2004) .

A liberação acumulada de Mg e S foi estimada em 78,69% para Mg e 56,16% para S. Estes resultados podem ser considerados condizentes à característica de fácil mobilidade destes nutrientes, o que além de permitir rápida transição entre compartimentos, pode resultar em imobilização e perdas, principalmente por lixiviação (Santos et al. 1981; Santos et al. 2019). Ainda assim, os valores obtidos são inferiores aos relatados por Gomes Júnior et al. (2019) com respectivamente 84% (Mg) e 74% (S) em um trecho de Floresta Estacional Semidecidual.

Após 360 dias, foram obtidas as seguintes ordens de magnitude para teores de nutrientes na serapilheira e liberação de nutrientes, respectivamente: Ca>N>Mg>S>K>P com resultados semelhantes aos encontradas por Silva et al. (2013), Vogel et al. (2013) e Caliman et al. (2020), porém no primeiro trabalho o teor de S foi desconsiderado. A ordem de magnitude referente à liberação de liberação foi: K>N>Mg>P>Ca>S, com média de 73,01% de liberação.

3.3 Elementos climáticos na decomposição e na liberação de nutrientes

O coeficiente de correlação se mostrou significativo entre os próprios nutrientes. Analisando a correlação nutrientes vs nutrientes, foi observado resultado significativo entre todos os nutrientes, exceto em N vs S e K vs Ca, que apresentaram correlação não significativa (Tabela 5).

	Dias	Precip.	Temp.	N	P	K	Ca	Mg	S	(k)
Dias	1,00	-0,30	0,27	0,85**	0,69*	0,63*	0,69*	0,84**	0,24	0,92**
Precip.		1,00	0,22	-0,46	-0,35	-0,17	-0,36	-0,28	-0,16	-0,42
Temp.			1,00	-0,18	-0,24	-0,31	-0,03	-0,08	-0,22	-0,06
N				1,00	0,91**	0,85**	0,86**	0,95**	0,54	0,97**
P					1,00	0,95**	0,95**	0,95**	0,79**	0,88**
K						1,00	0,46	0,93**	0,73**	0,83**
Ca							1,00	0,91**	0,84**	0,84**
Mg								1,00	0,64*	0,96**
S									1,00	0,47
(k)										1,00

Tabela 5. Coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais, a taxa de decomposição k e a liberação de nutrientes na RPPN Cafundó, ES

N=12. *Significativo a 5% de probabilidade de erro; **Significativo a 1% de probabilidade de erro. Dados finais após 360 dias.

Estes resultados indicam que, apesar dos elementos climáticos serem descritos como atuantes sobre o processo de decomposição (Cianciaruso et al., 2006; Silva et al., 2014), a característica química da serapilheira foliar ao longo do tempo se mostrou determinante sobre a decomposição e a liberação de nutrientes ao solo. De acordo com Pereira et al. (2012), a composição química da serapilheira foliar apresenta influência direta sobre as taxas de decomposição e a liberação de nutrientes ao solo, determinado a velocidade com que ocorre estes processos.

Em relação à decomposição, não foi observada correlação significativa entre este processo e os elementos climáticos. Contudo, esta foi maior nos primeiros 150 dias de avaliação, período no qual a precipitação foi de 436 mm, o que corresponde a 55,21% total precipitado. Resultado similar foi obtido por Bauer, Fuhr, e Schmitt (2017), que obtiveram maiores perdas de biomassa em meses com maior precipitação, ainda que não tenha sido observada correlação entre a decomposição e a precipitação. Desta forma, foi avaliada a correlação entre a decomposição e os elementos climáticos de 30, 60, 90, 120 e 150 anteriores à coleta, considerando o efeito acumulativo das variáveis precipitação e temperaturas do ar (Figura 6).

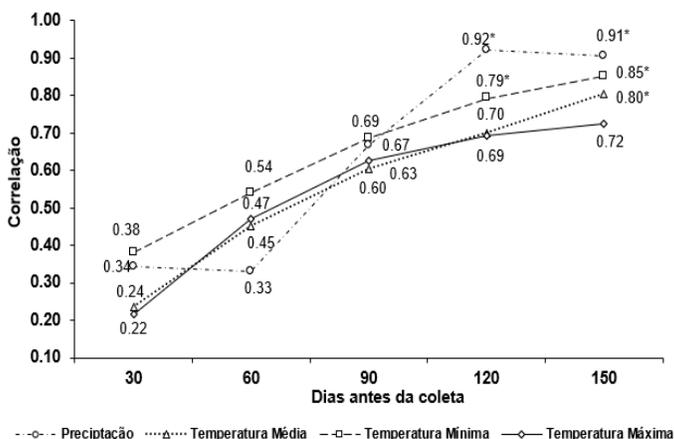


Figura 6. Correlação de *Sperman* entre decomposição da massa foliar e elementos climáticos.

N=12. *Significativo a 5% de probabilidade de erro; **Significativo a 1% de probabilidade de erro. Dados de 30, 60, 90, 120 e 150 dias antes da coleta.

Considerando o período anterior à coleta, foi possível observar aumento na correlação ao longo do tempo, com destaque à precipitação. De acordo com Gomes Júnior et al., (2019), o efeito da precipitação sobre o processo de decomposição ocorre ao longo do tempo, de forma mais lenta. Apesar da composição química da serapilheira justificar mais as os padrões de decomposição do que as condições ambientais, o processo de decomposição é afetado diretamente pela microbiota do solo, e esta por sua vez se modifica em função das condições ambientais (Aerts, 1997; Sanches et al., 2009; Pereira et al., 2013)

4 | CONCLUSÕES

A taxa de decomposição (1,44) e o percentual da biomassa decomposta (76,46%) são considerados elevados para 360 dias.

O processo de decomposição foi mais intenso até 150 dias, se apresentando mais lento nos meses seguintes até o fim do experimento, sendo necessário 748 dias para a decomposição de 95% da serapilheira foliar.

Os elementos climáticos se apresentam correlacionados com a decomposição com efeito acumulativo e a variável tempo se mostrou influente sobre o processo de decomposição e sobre os teores e a liberação de nutrientes.

Os teores de nutrientes da serapilheira foliar apresentaram a seguinte ordem de magnitude: Ca>N>Mg>S>K>P e a seguinte ordem de liberação de nutrientes ao solo: K>Mg>N>P>Ca>S, com média de 73,01% de liberação entre os nutrientes.

REFERÊNCIAS

- AERTS, R. Climate, Leaf Litter Chemistry and Leaf Litter Decomposition in Terrestrial Ecosystems: A Triangular Relationship. **Oikos**, Vol.79, No.3 p.439-449, 1997.
- ALVARES, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ARCHANJO, K.M.P. DE A. et al. Estrutura do componente arbóreo da reserva particular do patrimônio natural cafundó, cachoeiro de itapemirim, Espírito Santo, Brasil. **Floresta**, v. 42, n. 1, p. 145–160, 2012.
- BARBHUIYA, A.R. et al. Leaf litter decomposition of dominant tree species of Namdapha National Park, Arunachal Pradesh, northeast India. **Journal of Forest Research**, v. 13, n. 1, p. 25–34, 2008.
- BAUER, D.; FUHR, C.S.; SCHIMITT, J. L. Dinâmica do acúmulo e decomposição de serapilheira. **Pesquisas Série Botânica**, v. 70, n. 1, p. 225–235, 2017.
- BOCOCK, K.L.; GILBERT, O.J.W. The disappearance of leaf litter under different woodland conditions. **Plant and Soil**, v. 9, n. 2, p. 179–185, 1957.
- BOER, C.A. et al. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.42,n.9, p.69–76, 2007.
- CALIMAN, J.P. et al. Seasonal pattern of nutrient cycling in the Atlantic Forest across a topographic gradient. **Scientia Florestalis**, v.48, n.Jun, p.1–16, 2020.
- CIANCIARUSO, M.V. et al. Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão na Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 20, n. 1, p. 49–59, 2006.
- COSTA, G. S.; GAMA-RODRIGUES, A.C.DA; CUNHA, G.M. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em povoamentos de *Eucalyptus grandis* no norte fluminense. **Revista Árvore**, v. 29, n. 4, p. 563–570, 2005.
- CLEVLÁRIO JR. J. **Distribuição de carbono e de elementos minerais em um ecossistema florestal tropical úmido baixo-montano**. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 135 p. 1996.
- DELARMELINA, W.M. **Fertilidade, estoque de carbono orgânico do solo e serapilheira em uma Floresta Estacional Semidecidual Submontana**. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES, v. 1, n. Maio, 2015.
- DICK, G.; SCHUMACHER, M.V. Relações entre solo e fitofisionomias em florestas naturais. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal**, v. 3, n. 2, 2015.
- FREIRE, J. et al. Decomposição de serrapilheira em bosque de sabiá na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 8, p. 1659–1665, 2010.
- GARLET, C. et al. Ciclagem de nutrientes em povoamento de *Eucalyptus dunnii* Maiden: produção de serapilheira e devolução de macronutrientes no bioma Pampa. **Revista Ecologia e Nutrição Florestal**, v. 7, n. Abril, p. 05, 2019.

GE, J. et al. Controls over leaf litter decomposition in a mixed evergreen and deciduous broad-leaved forest, Central China. **Plant and Soil**, v. 412, n. 1–2, p. 345–355, 2017.

GODINHO, T. DE O. et al. A. Quantificação de biomassa e nutrientes na serapilheira acumulada em trecho de Floresta Estacional Semidecidual Submontana, ES. **Cerne**, v. 20, n. 1, p. 11–20, 2014.

GOMES JÚNIOR D. et al. Decomposition of leaf litter in semideciduous submontane forest, in the southern state of Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. Special Tissue1, p. 1–12, 2019.

GRUGIKI, M.A. et al. Decomposição e Atividade Microbiana da Serapilheira em Coberturas Florestais no Sul do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v.24, 2017.

GUO L.B.; SIMS R.E.H. Litter decomposition and nutrient release via litter decomposition in New Zealand eucalypt short rotation forests. **Agriculture, Ecosystems & Environment**. 75(1-2): 133-140, 1999.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Disponível em: <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br>> Acesso em: 15 maio. 2020.

INKOTTE, J. et al. Métodos de avaliação da ciclagem de nutrientes no bioma Cerrado : uma revisão sistemática. **Ciência Floresta**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 988-1003, abr./jun. 2019

JENNY, H. GESSEL, S.P., BINGHAM, F.T. Comparative Study of Decomposition Rates of Organic Matter in Temperate and Tropical Regions. **Soil Science**, v. 171, n. May., p. 419–432, 1949.

KRISHNA, M.P.; MOHAN, M. Litter decomposition in forest ecosystems: a review. **Energy, Ecology and Environment**, v. 2, n. 4, p. 236–249, 2017.

MORA-GÓMEZ, J. et al. Factors controlling seasonality in leaf-litter breakdown in a Mediterranean stream. **Freshwater Science**, v. 34, n.4, p. 1245–1258, 2015.

OLSON, J.S. Energy Storage and the Balance of Producers and Decomposers in Ecological Systems. **Ecology**, v. 44, n. 2, p. 322–331, 1963.

PEREIRA, G.H.A. et al. Decomposição da serrapilheira, diversidade e funcionalidade de invertebrados do solo em um fragmento de floresta atlântica. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1316–1326, 2013.

PEREIRA, G.H.A. et al. Aporte e decomposição de serapilheira em floresta periodicamente inundável na restinga da Marambaia, RJ. **Ciência Florestal**. [online]. vol.22, 2012.

PEZZOPANE, J.E.M. al. **Agrometeorologia: aplicações para o Espírito Santo**. 1. ed. Vitória: UFES, 2012.178p.

PINTO, H.C.A. et al. Decomposição da serapilheira foliar de floresta nativa e plantios de *Pterogyne nitens* e *Eucalyptus urophylla* no sudoeste da bahia. **Ciencia Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1141–1153, 2016.

PINTO, S.I. DO C. et al. Ciclagem de nutrientes em dois trechos de floresta estacional semidecidual na reserva florestal mata do paraíso em Viçosa, MG, Brasil. **Revista Arvore**, v. 33, n. 4, p. 653–663, 2009.

- SANCHES, L. et al. Dinâmica sazonal da produção e decomposição de serrapilheira em floresta tropical de transição. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.13, n.2, p.183–189, 2009
- SANTOS, G.L. et al. Ciclagem de nutrientes em diferentes condições topográficas em Floresta Estacional Semidecidual, Pinheiral-RJ. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 4, p. 1737, 2019.
- SANTOS, V. J. DOS et al. Avaliação do aporte de serrapilheira e decomposição foliar como bioindicadores de ações de restauração na Mata Atlântica. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 47, n. 124, p. 667-677, dez. 2019
- SANTOS, H.L. et al. Enxofre. **Informativo Agropecuário**, v. 2, n. 81, 1981.
- SARRUGE, J.R.; H.A.A.G, H.P. **Análise química de plantas**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 56p. 1974.
- SCHEER, M.B. Decomposição e liberação de nutrientes da serrapilheira foliar em um trecho de floresta ombrófila densa aluvial em regeneração. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 2, abr./jun. 2008.
- SCHUMACHER, M.V. et al. Produção de serrapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande-RS. **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.29-37, 2004.
- SCORIZA, R.N. et al. Métodos para coleta e análise de serrapilheira aplicados à ciclagem de nutrientes. **Floresta e Ambiente**, v. 2, n. 2, p. 01–18, 2012.
- SCORIZA, R.N.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Influência da precipitação e temperatura do ar na produção de serrapilheira em trecho de floresta estacional em Sorocaba, SP. **Floresta**, v. 44, n. 4, p. 687–696, 2014.
- SELLE, G. L. Nutrient Cycling in Forest Ecosystem. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 4, p. 29–39, 2007.
- SIGNOR, D.; DIONÍSIO, J. A. Decomposição de Resíduos Orgânicos in: Guia prático de biologia do solo. **SBCS**; NEPAR, Curitiba, PR, 2016.
- SILVA, A.G.; GONÇALVES, M.A.M.; REIS, E.F. Decomposição e teor de nutrientes da serrapilheira foliar em um fragmento de Floresta Atlântica no sul do estado do Espírito Santo. **Ecologia e Nutrição Florestal**, v.1, n.2, p.63–71, 2013.
- SILVA, H. F. et al. Decomposição de serrapilheira foliar em três sistemas florestais no Sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 12, n. 3, p. 164–172, 2014.
- TERROR, V.L.; SOUSA, H.C. DE; KOZOVITS, A.R. Produção, decomposição e qualidade nutricional da serrapilheira foliar em uma floresta paludosa de altitude. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 1, p. 113–121, 2011.
- TURCHETTO, F.; FORTES, F.D.O. Aporte e decomposição de serrapilheira em Floresta Estacional Decidual na região do Alto Uruguai, RS. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 80, 2014.
- VILLA, E.B. et al. Aporte de serrapilheira e nutrientes em área de restauração florestal com diferentes espaçamentos de plantio. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 1, p. 90–99, 2016.

CAPÍTULO 13

ESTOQUE DE CARBONO EM PLANTIOS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL, FLORESTAS SECUNDÁRIAS E MADURAS NA AMAZÔNIA

Data de aceite: 01/10/2020

Carlos Roberto Sanquetta

Departamento de Engenharia Florestal;
Laboratório BIOFIX, Universidade Federal do
Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0001-6277-6371>

Ernandes Macedo da Cunha Neto

Departamento de Engenharia Florestal;
Laboratório BIOFIX, Universidade Federal do
Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0001-6775-0365>

Emmanoella Costa Guaraná Araujo

Departamento de Engenharia Florestal;
Laboratório BIOFIX, Universidade Federal do
Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0002-4493-904X>

Gabriel Mendes Santana

Departamento de Engenharia Florestal;
Laboratório BIOFIX, Universidade Federal do
Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0002-0447-4559>

Alexis de Souza Bastos

Centro de Estudos da Cultura e do Meio
Ambiente da Amazônia – RIOTERRA, Porto
Velho, Rondônia, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0003-0236-7554>

Marcelo Lucian Ferronato

Associação Ecológica Guaporé-ECOPORÉ,
Rolim de Moura, Rondônia, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0003-0645-2633>

Mateus Niroh Inoue Sanquetta

Departamento de Engenharia Florestal;
Laboratório BIOFIX, Universidade Federal do
Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0002-2633-5509>

Ana Paula Dalla Corte

Departamento de Engenharia Florestal;
Laboratório BIOFIX, Universidade Federal do
Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0001-8529-5554>

RESUMO: O bioma Amazônico tem papel importante para o ciclo do carbono, pois possui uma flora diversa, de grande porte e extensão territorial. Portanto, quantificar a biomassa e carbono estocado nesse bioma é fundamental para compreender o papel da floresta Amazônica no cenário das mudanças climáticas. Objetivou-se quantificar e comparar estoques de carbono em plantios de restauração florestal, regeneração natural e florestas maduras na Amazônia. Foram instaladas 40 parcelas em plantios de restauração florestal e áreas de regeneração natural no estado de Rondônia. Com base nessas parcelas foram derrubados e pesados 40 indivíduos, os quais representavam as espécies e classes diamétricas identificadas nas parcelas. Esses indivíduos foram compartimentados em biomassa da parte aérea (galhos, folhas e fuste) e biomassa subterrânea (raízes). As biomassas frescas foram determinadas em balança digital e amostras frescas de cada compartimento de biomassa foram separadas em campo para secagem em laboratório. Para as análises de teores de carbono, utilizou-se o equipamento

LECO C-144. Os plantios de restauração florestal apresentam uma média de 26,56 Mg.ha⁻¹ de carbono estocado aos 7 anos de idade, 23,35 Mg.ha⁻¹ na parte aérea e 3,21 Mg.ha⁻¹ nas raízes. Nas florestas secundárias, regeneradas naturalmente com até 10 anos, há um estoque de carbono de 32,13 Mg.ha⁻¹, 28,24 Mg.ha⁻¹ na biomassa aérea e 3,89 Mg.ha⁻¹ nas raízes, enquanto as florestas maduras estocam cerca de 155,10 Mg.ha⁻¹ de carbono. Existe grande potencial de sequestro de carbono dos plantios de restauração, os quais são a melhor opção tecnológica para sequestrar carbono e promover a rápida restauração do ecossistema.

PALAVRAS-CHAVE: Ciclagem de carbono, Desmatamento, Mudanças climáticas, Sustentabilidade.

ABSTRACT: The Brazilian Amazon biome is indispensable for the carbon cycle, since it has a complex flora and a large territorial extension. Thus, it is necessary to quantify the biomass and carbon stored in this biome in order to understand the importance of the Amazon rainforest in the climate change scenario. The aim was to quantify and compare carbon stocks in forest restoration stands, natural regeneration and mature forests in the Amazon. 40 permanent plots were installed in forest restoration stands and natural regeneration areas in the state of Rondônia. Based on these plots 40 individuals were harvested and weighed, which represented the species and diametric classes that were identified in the plots. These individuals were fragmented into aerial biomass (branches, leaves and stem) and underground biomass (roots). Fresh biomass was determined on a digital balance and fresh samples from all biomass compartments were separated in the field for laboratory drying. The analysis of carbon contents was performed using the LECO C-144. The forest restoration stands have a mean of 26.56 Mg.ha⁻¹ of stored carbon, 23.35 Mg.ha⁻¹ in the aerial part and 3.21 Mg.ha⁻¹ in the roots. In secondary forests, naturally regenerated, there is a carbon stock of 32.13 Mg.ha⁻¹, 28.24 Mg.ha⁻¹ in the aerial biomass and 3.89 Mg.ha⁻¹ in the roots, while mature forests stock approximately 155.10 Mg.ha⁻¹ of carbon. There is a high potential for carbon sequestration from restoration stands, which are the best technological solution to sequester carbon and provide fast ecosystem restoration.

KEYWORDS: Carbon cycle, Deforestation, Climate change, Sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tem crescido a preocupação com variáveis inerentes às mudanças climáticas, tais como; aumento da temperatura, efeito estufa e dinâmica do carbono. Tais variáveis estão diretamente relacionados com o ciclo do carbono, sobretudo do dióxido de carbono (CO₂). Neste contexto, as florestas são protagonistas que podem mitigar à concentração atmosférica de CO₂, uma vez que, por meio da fotossíntese, absorvem esse gás da atmosfera e o estocam na forma de biomassa (SILVEIRA et al., 2008, PAN et al., 2011).

Neste contexto, o bioma Amazônico é imprescindível para a manutenção do ciclo do carbono, uma vez que possui uma flora complexa e grande extensão territorial. Assim, faz-se necessário quantificar a biomassa e carbono estocado nesse bioma, a fim de compreender o papel da floresta Amazônica frente o cenário das mudanças climáticas,

bem como a intensificação de políticas públicas de manejo sustentável e mitigação dos fenômenos que interferem nas mudanças climáticas.

Apesar da sua importância no ciclo do carbono, o desmatamento da floresta Amazônica cresceu em 34% entre os anos de 2018 e 2019, prejudicando a fixação de CO₂ pela vegetação (INPE, 2019). Como consequência, há uma crescente demanda por restaurar a vegetação remanescente, tornando-se comum a existência de plantios de regeneração florestal, principalmente por Institutos e Organizações da Sociedade Civil, tais como o Centro de Estudos da Cultura e do Meio Ambiente da Amazônia (RIOTERRA) e Ação Ecológica Guaporé (ECOPORÉ), as quais no ano de 2019, distribuíram 1.768.990 mil mudas, recuperaram mais de 1.240 ha na Amazônia (RIOTERRA, 2020; ECOPORÉ, 2019).

Além dos plantios de restauração florestal, existem as áreas de regeneração natural (florestas secundárias), nas quais os remanescentes de áreas previamente degradadas são mantidos em pousio ou até mesmo “abandonadas”, para que a dinâmica sucessional da floresta ocorra naturalmente, a fim de restaurar a sua biodiversidade. Contudo, a velocidade dessa dinâmica depende de diversos fatores (PARROTA, 1993; TORIOLA et al., 1998; HOLL; KAPPELLE, 1999), o que pode tornar esse processo demorado.

Neste contexto, faz-se necessário quantificar os estoques de carbono destas diferentes formas de restauração florestal (plantios de restauração e regeneração natural), a fim de verificar a melhor forma para recuperar os ecossistemas degradados. Assim, objetivou-se com este trabalho quantificar e comparar os estoques de carbono em plantios de restauração florestal, regeneração natural e florestas maduras na Amazônia.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Atividades de Campo

2.1.1 Caracterização da área e Inventário florestal

O estudo foi realizado em áreas de plantio de restauração florestal e regeneração natural (floresta secundária) no estado de Rondônia. As áreas foram selecionadas visando abranger as variações de sítio (solos e microclima) e de características das áreas florestais, quanto à sobrevivência, uniformidade, composição de espécies e demais atributos silviculturais. Os anos de realização do plantio foram de 2010 a 2014, variando de 5 a 9 anos, portanto, com média de 7 anos em 2019.

Foram instaladas 40 unidades amostrais permanentes, denominadas parcelas, com área de 200 m², das quais 30 se localizam em plantios de restauração florestal e 10 em áreas de regeneração natural. Nessas parcelas foram identificados botanicamente todos os indivíduos arbóreos plantados e da regeneração natural (quando existente), a fim de mensurar a sua circunferência à 1,30 m de altura (CAP) e as alturas totais (h), com auxílio

de fita métrica e régua graduada, respectivamente. Vale ressaltar que para espécies não identificadas em campo, foram coletadas para a herborização, confecção de exsicatas e posterior identificação botânica das espécies vegetais. Para tanto, o material vegetal foi enviado para a Universidade Federal de Rondônia (UNIR), com apoio da Universidade Federal do Paraná (UFPR), parcerias do Centro de Estudos Rioteira e Ação Ecológica Guaporé.

2.1.2 Determinação direta da biomassa

Foram abatidos 40 indivíduos (Tabela 1), com diferentes espécies e variações de CAP e h, os quais eram representativos quanto à variabilidade da parcela, bem como intensidade amostral que represente a população. Tais árvores foram fracionadas e pesadas quanto aos seus compartimentos (determinação direta da biomassa).

Espécie	Frequência
<i>Acacia mangium</i> Wild.	1
<i>Alchornea discolor</i> Poepp.	1
<i>Anacardium</i> sp.	1
<i>Annona</i> sp.	1
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.	1
<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	2
<i>Bertholletia excelsa</i> Humn. & Bonpl.	1
<i>Bixa orellana</i> L.	1
<i>Cecropia juranyiana</i> Alad. Richter	1
<i>Cecropia</i> sp.	2
<i>Cedrela odorata</i> L.	2
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	1
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	1
<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	2
<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	4
<i>Enterolobium</i> sp.	1
<i>Handroanthus serratifolius</i> L.	1
<i>Handroanthus</i> sp.	2
<i>Hevea brasiliensis</i> L.	1
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	2
<i>Hymenolobium pulcherrimum</i> Ducke	1
<i>Inga cylindrica</i> (Vell.) Mart.	1
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	2
<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke.	3
<i>Senna silvestre</i> (Vell.) H.S.Irwin & Barneby	1

<i>Stryphnodendron</i> sp.	1
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	2
Total	40

Tabela 1: Espécies abatidas para a determinação dos estoques de carbono.

O processo de compartimentação consiste no corte do indivíduo e medição de h e de CAP, além da altura no ponto de maior ramificação ou de inversão morfológica (HPIM). Em seguida foram separados os compartimentos em: fuste (tronco), galhos (vivos e mortos), folhas e miscelâneas (frutos, flores, brotos, entre outros), enquanto o sistema radicular foi escavado tendo a árvore como centro em uma dimensão de 25 x 25 cm para cada lado, até a profundidade de 50 cm. Nela, todas as raízes visíveis e distinguíveis foram coletadas e limpas até a dimensão de 2 mm.

As biomassas frescas foram determinadas em balança digital com precisão de 100 g. Amostras frescas de cerca de 300 g de todos os compartimentos da biomassa foram separadas em campo para secagem em laboratório e cálculo das suas biomassas secas (b). Além das biomassas, também se mensurou o perímetro ao longo dos fustes (troncos) para posterior cubagem (determinação volumétrica) e estabelecimento de relações morfométricas (hipsométricas e volumétricas) das plantas. A cubagem foi realizada pelo método de Hohenadl, com seções correspondentes a 10% da altura total.

2.2 Atividades de Laboratório

Após armazenamento do material coletado em campo em embalagens próprias, este foi encaminhado para a Universidade Federal de Rondônia, onde foi secado em estufa de circulação de ar forçada, em temperatura média de 65°C até atingir peso constante. Posteriormente, as amostras devidamente identificadas foram enviadas para o Centro BIOFIX de Pesquisas da Universidade Federal do Paraná, onde foram fracionadas e moídas até a granulometria mesh 50, correspondente a uma abertura de peneira de 0,297 mm. Para tanto, utilizou-se um moinho de facas Wiley da marca Tecnal, modelo TE-648. Os dados de biomassa fresca (biomassa) serão convertidos em biomassa seca de cada reservatório de carbono, da seguinte forma:

$$w = w_{fresca} \frac{(100 - T_{umidade})}{100} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

w = biomassa seca (kg);

w_{fresca} = biomassa fresca (kg);

$T_{umidade}$ = teor de umidade (%) das amostras coletadas em campo e trazidas pelo laboratório para secagem.

Para as análises de teores de carbono, utilizou-se o método de combustão seca, em razão da precisão e facilidade de realização das análises, sem contar na menor quantidade de resíduos gerados. Assim, as análises foram realizadas no equipamento LECO C-144, que gera gráficos do teor de carbono existente nas amostras, com tempo de combustão rápido e economia de reagentes. Esse equipamento está localizado no Centro BIOFIX de Pesquisas da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba – PR.

2.2.1 Procedimentos de Cálculo e Análises Estatísticas

Para o cálculo do estoque de carbono em cada amostra e, por consequência da árvore como um todo, foi utilizada a Equação 2.

$$c = w \frac{T_{\text{carbono}}}{100} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

c = estoque de carbono (kg);

w = biomassa (aérea e subterrânea) e necromassa, seca total – (kg);

T_{carbono} = teor de carbono na biomassa vegetal (%) das amostras coletadas em campo e trazidas pelo laboratório para análise.

De posse destes dados, foi determinado os teores de carbono da biomassa por compartimento. Para obter o teor de carbono empregado na equação 2 efetua-se uma ponderação dos valores emitidos pelo equipamento de laboratório, a saber:

$$T_{\text{carbono}} = \frac{T_{\text{fuste}} * b_{\text{fuste}} + T_{\text{galhada}} * b_{\text{galhada}} + T_{\text{folhagem}} * b_{\text{folhagem}} + T_{\text{raízes}} * b_{\text{raízes}}}{b_{\text{fuste}} + b_{\text{galhada}} + b_{\text{folhagem}} + b_{\text{raízes}}} \quad (\text{Equação 3})$$

Em que:

T_{carbono} = teor de carbono na biomassa vegetal (%) das amostras coletadas em campo e trazidas pelo laboratório para análise;

b_{fuste} = biomassa seca do fuste (kg);

b_{galhada} = biomassa seca da galhada (kg);

b_{folhagem} = biomassa da folhagem (kg);

$b_{\text{raízes}}$ = biomassa das raízes (kg);

T_{fuste} = teor de carbono da biomassa seca do fuste (kg);

T_{galhada} = teor de carbono da biomassa seca da galhada (kg);

T_{folhagem} = teor de carbono da biomassa da folhagem (kg);

$T_{\text{raízes}}$ = teor de carbono da biomassa das raízes (kg).

Para obter os estoques de carbono por unidade de área (hectare) faz-se necessário estimar os estoques de carbono dos indivíduos arbóreos levantados nas parcelas de inventário florestal. Para tanto, ajustou-se uma equação de estimativa de biomassa seca total (aérea + subterrânea) para cada uma das árvores inventariadas (Equação 4).

$$\hat{b} = \exp(-1,1421 + 1,99956 \ln(d^2)) * 1,051229 + \varepsilon_i \quad (\text{Equação 4})$$

Em que:

\hat{b} = biomassa total (acima e abaixo do solo) seca estimada para a árvore (kg);

$d = \frac{CAP}{\pi}$ (cm) = diâmetro à 1,30 m de altura;

ln = logaritmo neperiano;

ε_i = erro aleatório associado.

Após o ajuste da equação, por regressão linear, esta foi aplicada aos dados de inventário florestal (CAP e h) para estimar as biomassas secas das árvores presentes nas parcelas. Tal equação não considera a espécie, portanto, esta é genérica para todas as espécies e classes de CAP. O grau de ajuste da equação foi avaliado pelo coeficiente de determinação, coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{aj} = 0,83$), pelo erro padrão da estimativa ($S_{yx} = 0,3161$), considerando a variável log neperiano da biomassa seca total e pela análise gráfica de resíduos (SANQUETTA et al., 2014).

Para se obter o estoque de carbono de cada árvore na parcela de inventário florestal aplicou-se a equação gerada e a multiplica pelo teor médio de carbono ponderado calculado pela equação 3. Já as estimativas de biomassa e carbono da parte aérea e subterrânea, empregam-se as frações de raízes e parte aérea calculados a partir dos dados das árvores amostradas diretamente nas suas biomassas. Após esse processo, somou-se o estoque de carbono total das parcelas e o converteu para hectare, com base na área da parcela.

2.3 Comparação do Carbono Estocado

Foram realizadas comparações entre as quantidades de carbono estocadas nos seguintes sistemas:

- Plantios de restauração florestal com 6 anos de idade, em média, plantados em áreas de preservação permanente e reservas legais em propriedades rurais da região;
- Florestas secundárias com até 10 anos de idade formadas por regeneração natural a partir de propágulos advindos de florestas circunvizinhas e bancos de sementes;
- Florestas maduras, empregando-se informações da literatura.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estocagem de carbono em plantios de restauração florestal

Nos plantios de restauração florestal foi constatado um estoque de carbono de 26,56 Mg.ha⁻¹ na biomassa viva, sendo 23,35 Mg.ha⁻¹ na biomassa aérea (acima do solo) e 3,21 Mg.ha⁻¹ na biomassa subterrânea (raízes). Considerando o tempo de 7 anos desde o plantio até o momento da mensuração, tem-se um incremento médio anual de 3,79 Mg.ha⁻¹, que corresponde a 13,91 MgCO₂eq.ha⁻¹.ano⁻¹ (Tabela 2).

Parcela	Compartimento aéreo	Compartimento subterrâneo	Compartimento total
1	21,86	3,01	24,86
2	39,60	5,52	45,12
3	28,53	3,94	32,47
4	23,35	3,23	26,58
5	28,82	3,98	32,79
6	32,01	4,39	36,40
7	28,74	3,94	32,68
8	31,99	4,38	36,37
9	30,72	4,21	34,93
10	16,77	2,30	19,07
11	24,48	3,36	27,84
12	18,97	2,60	21,58
13	13,79	1,89	15,69
14	8,70	1,19	9,89
15	23,17	3,18	26,35
16	25,49	3,50	28,98
17	62,52	8,58	71,10
18	43,22	5,93	49,15
19	27,63	3,79	31,42
20	28,75	3,94	32,69
21	23,96	3,29	27,25
22	13,19	1,81	15,00
23	12,69	1,74	14,43
24	25,31	3,47	28,79
25	18,48	2,54	21,02
26	8,30	1,14	9,44
27	13,16	1,80	14,96
28	3,60	0,49	4,09
29	10,14	1,39	11,53

30	12,53	1,72	14,25
Média	23,35	3,21	26,56
Desvio Padrão	11,98	1,65	13,63
Coefficiente de Variação %	51,32	51,40	51,33

Tabela 2: Estoque de carbono (Mg.ha⁻¹) em plantios de restauração florestal com média de 7 anos de idade

3.2 Estocagem de carbono em florestas secundárias

Nas florestas secundárias regeneradas naturalmente, com média teórica de idade de 10 anos, há um estoque de carbono de 32,13 Mg.ha⁻¹ na biomassa viva, sendo 28,24 Mg.ha⁻¹ na biomassa aérea (acima do solo) e 3,89 Mg.ha⁻¹ na biomassa subterrânea (raízes). Considerando o tempo de 10 anos desde início do processo de sucessão secundária até o momento da mensuração, tem-se um incremento médio anual de 4,43 Mg.ha⁻¹, que corresponde a 16,23 MgCO₂eq.ha⁻¹.ano⁻¹ (Tabela 3).

Parcela	Compartimento aéreo	Compartimento subterrâneo	Compartimento total
1	21,86	3,01	24,86
2	39,60	5,52	45,12
3	28,53	3,94	32,47
4	23,35	3,23	26,58
5	28,82	3,98	32,79
6	32,01	4,39	36,40
7	28,74	3,94	32,68
8	31,99	4,38	36,37
9	30,72	4,21	34,93
10	16,77	2,30	19,07
Média	28,24	3,89	32,13
Desvio Padrão	6,33	0,88	7,21
Coefficiente de Variação %	22,41	22,67	22,44

Tabela 3: Estoque de carbono (Mg.ha⁻¹) em florestas secundárias regeneradas naturalmente com média teórica de idade de 10 anos

3.3 Estocagem de carbono em florestas maduras

Segundo a Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (MCTI, 2014), que contém o III Inventário

Brasileiro de Gases de Efeito Estufa e outros gases não controlados pelo Acordo de Montreal, a biomassa total de uma floresta da região Amazônica varia de 312,65 a 390,00 Mg.ha⁻¹. Para a fitofisionomia da Floresta Ombrófila Aberta, existem variações dependente de algumas especificidades florísticas e estruturais que são influenciadas por outras variáveis biofísicas, mas a estocagem de biomassa fica restrita a essa amplitude (Tabela 4).

Considerando os teores de carbono determinados em laboratório para florestas secundárias como válidos para as florestas maduras, obtém-se que a variação dos estoques de carbono situa-se entre 138,32 e 172,54 Mg.ha⁻¹, com média aritmética de 155,10 Mg.ha⁻¹.

Fitofisionomia	Biomassa total (Mg.ha ⁻¹)	Teor de Carbono (%)	Carbono (Mg.ha ⁻¹)	Fonte
Floresta Ombrófila Aberta Aluvial	390,00	44,24	172,54	Radam Brasil, MCTI (2014)
Floresta Ombrófila Terras Baixas	349,11	44,24	154,45	Radam Brasil, MCTI (2014)
Floresta Ombrófila Aberta Submontana	312,65	44,24	138,32	Radam Brasil, MCTI (2014)
Média			155,10	

Tabela 4: Estoques de carbono em florestas maduras segundo a literatura

3.4 Comparação da estocagem de carbono em diferentes usos do solo

A floresta madura é o uso do solo que estoca mais carbono em comparação aos demais, o que mostra a importância de conservar os remanescentes florestais nativos que contribuem para a manutenção da biodiversidade, além de prestar um serviço ecossistêmico importante que é na remoção de dióxido de carbono da atmosfera. Ao se evitar o desmatamento dessas áreas, evitam-se emissões de gases de efeito estufa.

Em uma faixa intermediária encontram-se os dois sistemas florestais jovens: as florestas secundárias originadas do processo de regeneração natural e os plantios de restauração florestal. Apesar de uma superioridade em termos de estocagem da floresta secundária, é relevante salientar que os plantios de restauração são mais jovens, com média de 7 anos de idade ao passo que as florestas secundárias teriam idade média teórica de 10 anos. Considerando o incremento médio anual em termos de estocagem de carbono,

os plantios de restauração mostraram-se superiores comparativamente às florestas secundárias originadas por abandono de áreas não manejadas. Espera-se, portanto, que os plantios de restauração venham a atingir e superar o montante estocado pelas florestas secundárias nos próximos anos, o que mostra que é fundamental a realização da prática do plantio induzido como uma forma eficaz de restaurar a biodiversidade e incrementar rapidamente os estoques de carbono (Figura 1).

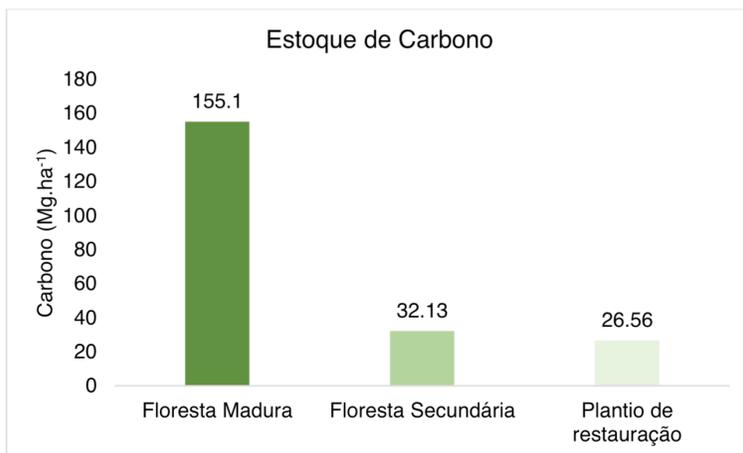


Figura 1: Comparativo entre os diferentes usos do solo na região alvo do projeto

Existe grande potencial de fixação de carbono dos plantios de restauração, que em apenas 7 anos conseguem promover uma grande remoção de CO₂ atmosférico, entre 85 e 90 MgCO₂eq.ha⁻¹, enquanto a floresta secundária capta cerca de 105 e 110 MgCO₂eq.ha⁻¹. Assim, os plantios de restauração florestal são a melhor opção tecnológica para sequestrar carbono e promover a rápida restauração do ecossistema, pois além da introdução imediata de espécies raras e endêmicas, o que não se verifica de imediato nas florestas secundárias, também promove uma rápida estocagem de carbono.

Considerando o ritmo atual de crescimento dos plantios de restauração, estima-se que em poucas décadas o estoque de carbono da floresta atingirá valores próximos da floresta madura. Portanto, a forma mais eficaz de restaurar os ecossistemas naturais via carbono (inclusive biodiversidade) é o plantio de restauração.

Rondônia foi alvo de intenso processo de antropização nas últimas décadas, o que promoveu emissões de gases de efeito estufa para a atmosfera em grandes volumes. É, portanto, fundamental proteger os remanescentes nativos e promover a restauração via plantios mistos, com espécies nativas do ecossistema, incluindo espécies que gerem renda. Os projetos de restauração florestal executados pelo Centro de Estudos Rioterra e Ação Ecológica Guaporé exercem papel fundamental nesse sentido, o que ficou demonstrado através deste estudo de quantificação de carbono.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A forma mais eficaz de promover a restauração florestal e recuperar os ecossistemas degradados é realizar o plantio de mudas com espécies autóctones, mesclando espécies de diferentes estádios sucessionais, como realizado pelo Centro de Estudos RIOTERRA e Ação Ecológica Guaporé;
- Florestas naturais, maduras ou secundárias, contribuem com a estocagem de carbono. Elas precisam ser protegidas para evitar o desmatamento e emissões de gases de efeito estufa;
- Não basta apenas proteger as florestas naturais da ação do desmatamento, ações diretas de restauração florestal via plantio de mudas são cruciais para recuperar os ecossistemas degradados nas propriedades rurais.

AGRADECIMENTOS

Ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES através do Fundo Amazônia.

REFERÊNCIAS

ECOPORÉ – Ação Ecológica Guaporé. **Relatório Panorama de resultados do projeto Viveiro Cidadão**. 2019.

HOLL, K. D.; KAPPELLE, M. Tropical forest recovery and restoration. **Trends in Ecology and Evolution**. V. 14, n. 10, p. 378-379, 1999.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **PRODES - Monitoramento de Floresta Amazônica por Satélite**. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>>. Acesso em: 14 abr. 2019.

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. *Relatório de referência – setor uso da terra, mudança do uso da terra e florestas*. **Terceiro inventário brasileiro de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa**. Brasília. 2014.

PAN, Y.; RICHARD, A.; PEKKA, E.; WERNER, A.; OLIVER, L.; SIMON, L.; et al. A large and persistent carbon sink in the world's forests. **Science**, v. 80, p. 988-993, 2011.

PARROTA, J. A. Secondary Forest regeneration on degraded tropical lands: the role of plantations as "foster ecosystems". In: Lieth, H.; Lohmann, M. (Ed.) **Restoration of tropical forest ecosystems**. The Hague: Kluwer Academic, 1993

RIOTERRA - Centro de Estudos da Cultura e do Meio Ambiente da Amazônia. **Relatório Anual 2019**. 2020. Disponível em: <<http://rioterra.org.br/pt/sobre/>>. Acesso em: 14 ago. 2020.

SANQUETTA, C.R. et al. **Inventários Florestais: planejamento e execução**. 3ª Ed. 2014. 406 p.

SILVEIRA, P.; KOEHLER, H. S.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E. O Estado Da Arte Na Estimativa De Biomassa E Carbono Em Formações Florestais. **Floresta**. v. 38, n. 1, p. 185–206, 2008.

TORIOLA, D.; CHAREYRE, P.; BUTTLER, A. Distribution of a primary forest plant species in a 18° year old secondary forest in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, v.14, n. 3, p. 323-340, 1998.

CAPÍTULO 14

ESTUDO DA CADEIA DE COMERCIALIZAÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS NAS FEIRAS LIVRES DO VER-O-PESO E 25 DE SETEMBRO – COM ÊNFASE NA ANDIROBA (*Carapa guianensis* Aubl.) E COPAÍBA (*Copaifera multijuga* Hayne)

Data de aceite: 01/10/2020

Alen Anderson Mafra Meneses

Universidade Federal Rural da Amazônia -
UFRA

Fabício Corrêa Amaral

Universidade Federal Rural da Amazônia -
UFRA

Helena Capela da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia -
UFRA

Marcela Janaina De Souza Miranda

Universidade Federal Rural da Amazônia -
UFRA

Renan Moreno Freitas Bandeira

Universidade Federal Rural da Amazônia -
UFRA

RESUMO: O uso e comércio de produtos florestais não madeireiros (PFNMs) medicinais é frequente em diferentes cidades brasileiras, e representa uma atividade importante do ponto de vista social, econômico e cultural. O presente trabalho teve como objetivo obter informações relativas ao comércio dos óleos da andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) e copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne) para fins medicinais e dermocosméticos em duas feiras livres de Belém-PA (feira do Ver-o-Peso e feira da 25 de Setembro). As informações foram obtidas através de questionários semi-estruturados aplicados a 8 comerciantes e 32 consumidores. Os resultados

evidenciam a existência de uma rede comercial dos recursos medicinais e dermocosméticos, obtendo-se dados sobre lucratividade, valor de aquisição e venda e analisando a satisfação dos consumidores. A análise final destaca a importância da atividade como fonte de renda dos comerciantes, além disso, esses óleos servem como alternativas mais rentáveis ao público que consome tais produtos.

PALAVRAS-CHAVE: PFNMs, óleos, andiroba, copaíba, feiras livres, recursos medicinais e dermocosméticos.

1 | INTRODUÇÃO

Em 1688 é criado o Mercado do Ver-o-Peso, que auxilia a cidade a comercializar seus bens locais. Localizado na orla, se torna o primeiro meio de comunicação entre a cidade e o mundo. Por se tratar de um ponto confluyente de vias fluviais e, conseqüentemente, geograficamente favorável, a cidade de Belém ganha atenção internacional. Com isto, não é incomum a vinda de grande número de europeus, principalmente provindos da península ibérica. Entretanto, o contingente indígena era imensamente maior que o europeu (Dias & Dias, 2007). Nesse mercado, segundo os autores Sousa, Silva, Dantas e Diniz (2016), pode-se encontrar barracas onde são comercializadas as mais diversas plantas medicinais para o tratamento de várias doenças. A feira da 25 de Setembro está próxima dos principais bairros da cidade de Belém como Nazaré, Batista Campos e Marco,

contribuindo para o aumento dos volumes de negócio durante o dia. E há certa facilidade de acesso, tanto para os consumidores quanto para os fornecedores.

A espécie florestal *Copaifera multijuga* Hayne conhecida como Copaíba, possui como características morfológicas altura de 10 - 15 m, com tronco de 50 - 80 cm de diâmetro. Copa globosa densa; folhas compostas pinadas, com 3 - 5 jugos; folíolos alternos ou opostos, glabros, de 4 - 5 cm de comprimento por 2 - 3 cm de largura. Existem várias espécies de copaíba Hayne dependendo da região de ocorrência todas muito parecidas com as mesmas aplicações e os mesmos nomes. A madeira é indicada para construção civil como vigas, ripas, batente de portas e janelas, para confecção de moveis e peças torneadas. Fornece o bálsamo ou óleo de copaíba Hayne, um líquido transparente e terapêutico, que é a seiva extraída mediante a aplicação de furos no tronco até atingir o cerne. É também útil para plantio de áreas degradadas de preservação permanente (Lorenzi, 1992). Já a espécie *Carapa guianensis* Aubl. conhecida como andiroba é de uso múltiplo: a madeira utilizada para fabricação de móveis, construção civil, lâminas e compensado e as sementes para extração de óleo. Ao longo da história do Amazonas o óleo de andiroba Aubl. teve uma importante participação na economia regional e continua sendo muito apreciado, principalmente, na medicina popular. O óleo e seus subprodutos, tais como sabonetes e velas são geralmente encontrados em feiras livres (Menezes, 2005).

Pelo conhecimento geral, sabe-se que a copaíba Hayne, que da madeira extrai-se um óleo para fins medicinais (Loreiro, 1968) é utilizado na medicina popular. Seu modo de extração é a seiva extraída mediante a aplicação de furos no tronco até atingir o cerne (Lorenzi, 1992). Segundo os autores Lima, Coelho-Ferreira e Santos (2014) a andiroba Aubl. é uma espécie florestal de grande relevância econômica, seja por sua madeira, apreciada na confecção de móveis, seja pelo óleo extraído de suas sementes, de grande versatilidade medicinal. Além da andiroba Aubl., há também a copaíba Hayne que segundo os autores Veiga Junior & Pinto (2002) é um óleo resina que tem sido utilizado desde a época da chegada dos portugueses ao Brasil na medicina tradicional popular e silvícola para diversas finalidades, e hoje se encontra como um dos mais importantes produtos naturais amazônicos comercializados, sendo também exportado para Estados Unidos, França, Alemanha e Inglaterra.

Além de também ser utilizado para fins dermocosméticos como mostram alguns estudos atuais na região Amazônica. A comercialização e a verticalização de óleo de andiroba Aubl. para fins cosméticos, fármacos e como inseticida natural constitui uma prioridade para aumentar a renda dos produtores que atuam de forma pulverizada (Menezes, 2005). Por se tratar de um recurso abundante em várias comunidades rurais amazônicas e devido à ascensão no mercado de produtos cosméticos, o óleo de andiroba Aubl. e as redes mercantis relacionadas à sua produção vêm sendo investigados por alguns autores (Lima, Coelho-Ferreira e Santos, 2014). Segundo Enriquez (2009) uma das possibilidades de uso sustentável da biodiversidade regional é por intermédio da indústria de cosméticos,

que só agora começa a tratar esta questão como uma atividade econômica promissora para a Região.

Portanto, o objetivo desta pesquisa é levantar dados sobre a comercialização e utilização dos óleos da Copaíba Hayne e da Andiroba Aubl. nas feiras do Ver-o-Peso e da 25 de setembro. Compreender a importância desses produtos para a economia nas distintas feiras e com informações sobre a aplicação desses óleos na medicina popular.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de campo foi realizado no período de 16/08 à 27/08 no ano de 2016. Visitas foram feitas aos mercados do Ver-o-Peso e na 25 (vinte e cinco) de Setembro, onde os óleos da andiroba Aubl. e da copaíba Hayne são comercializados com muita frequência. As informações foram obtidas por meio de 8 (oito) entrevistas, sendo 5 (cinco) realizadas com os feirantes do Ver-o-Peso e 3 (três) com os da 25 de Setembro. Além disso, foram realizadas 32 (trinta e duas) entrevistas com os consumidores desses produtos. Para coleta de dados foram utilizados formulários semi-estruturados (Bernard, 1994), complementados por entrevistas livres e conversas informais (Mello, 1995; Chizzoti, 2000; Albuquerque & Lucena, 2004). A amostragem foi não-aleatória intencional, na qual foram pré-definidos os entrevistados (Albuquerque & Lucena, 2004), que consistiram de comerciantes e consumidores dos óleos. Os questionários continham perguntas sobre locais de origem, preços de compra e venda, finalidade dos óleos e importância para a renda familiar (Anexo 1). Já o questionário com os consumidores teve o objetivo de analisar dados a respeito da utilização do óleo, se obteve o efeito desejado e satisfação com os produtos (Apêndice 1).

Em seguida foram elaborados gráficos sobre os principais componentes da cadeia de comercialização, para analisar a sua real importância, tanto para feirantes quanto consumidores.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas entrevistas realizadas com os feirantes do Ver-o-Peso, a equipe obteve resistência por parte dos comerciantes quanto aos questionários, pois foi relatado que uma grande empresa brasileira de cosméticos já havia feito uma abordagem semelhante na feira, aonde obtiveram informações a respeito dos PFNMs para benefício próprio. Prejudicando assim os comerciantes, pois seus fornecedores passaram a vender seus produtos para tal empresa, fazendo com que a maioria dos donos de barracas se negasse a dar entrevistas para a equipe.

Segundo as entrevistas realizadas nas feiras livres do Ver-o-Peso e da 25 de Setembro, gerou-se os respectivos gráficos (figura 1 e figura 2) que analisa a ordem em porcentagem dos municípios fornecedores dos óleos. O comércio informal de plantas e animais medicinais nas cidades visitadas envolve uma rede comercial que engloba coletores, intermediários (atravessadores) e erveiros (Alves, Alves & Silva, 2008).

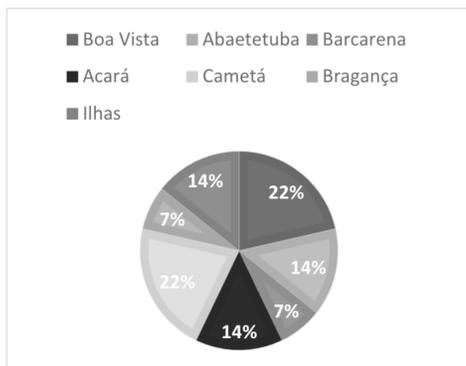


Figura 1: Especifica os locais de origem dos PFNMs da feira do Ver-o-Peso.

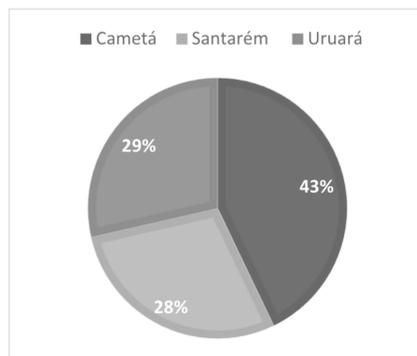


Figura 2: Locais de origem dos PFNMs da feira de 25 de setembro,

Segundo os autores Alves; Da Silva & Alves (2008), do ponto de vista socioeconômico, a venda de animais e plantas medicinais constitui uma importante fonte de renda para os coletores e comerciantes. Isso se mostrou presente nas entrevistas aplicadas aos feirantes de Belém, onde foi dito que os óleos da andiroba Audl. e da copaíba Hayne são de expressiva importância para a renda familiar, sendo estes os dois produtos de maior demanda (tabela 01 e tabela 02).

ÓLEO	Preço médio de aquisição/L	Preço médio de comercialização/L
COPAÍBA	R\$ 60,00	R\$ 86,60
ANDIROBA	R\$ 31,60	R\$ 41,60

Tabela 01: análise de valores de aquisição e valores de comercialização da feira livre da 25 de Setembro.

ÓLEO	Preço médio de aquisição/L	Preço médio de comercialização/L
COPAÍBA	R\$ 60,00	R\$ 83,00
ANDIROBA	R\$ 24,00	R\$ 42,00

Tabela 02: análise de valores de aquisição e valores de comercialização da feira livre do Ver-o-Peso.

Pode-se observar que na feira da 25 de Setembro o lucro dos comerciantes sobre o óleo da copaíba Hayne é 6,33% maior que na feira do Ver-o-Peso. Quanto ao óleo da andiroba Audl., os comerciantes da feira do Ver-o-Peso obtêm uma lucratividade maior de 43,36% em relação à feira da 25 de Setembro (tabela 03, tabela 04 e figura 3). As florestas, com os seus produtos representam importantes recursos sócioeconômicos através dos potenciais alimentícios, oportunidades de emprego, turismo e outros produtos, além dos madeireiros (Santos, Hidelbrand, Pacheco, Pires & Rochadelli, 2003).

ÓLEO	% LUCRO
COPAÍBA	38
ANDIROBA	75

Tabela 03: demonstração de lucratividade dos comerciantes da 25 Setembro.

ÓLEO	% LUCRO
COPAÍBA	44,33
ANDIROBA	31,64

Tabela 04: demonstração de lucratividade dos comerciantes do Ver-o-Peso.

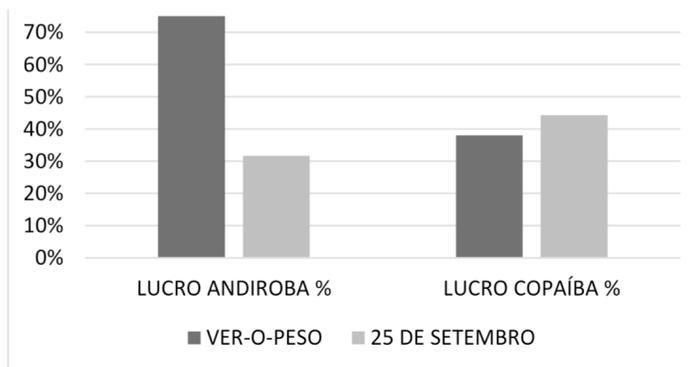


Figura 3: mostra a lucratividade das feiras relacionado aos produtos andiroba e copaíba.

Pelo conhecimento geral, sabe-se que a andiroba Audl. e copaíba Hayne são utilizados, mais popularmente, para fins medicinais e dermocosméticos. Durante as entrevistas realizadas observou-se que esses dois óleos são os mais procurados pelos consumidores em virtude de suas diversas finalidades (tabela 05). Diversas espécies têm sido utilizadas para fins terapêuticos por comunidades tradicionais em áreas rurais, o que vem se perpetuando através da medicina tradicional brasileira. Mas esse uso não se restringe às áreas rurais, sendo também amplamente disseminado em áreas urbanas do país. Muitas espécies são comercializadas por erveiros em mercados e feiras livres em cidades de todo país (Freire, 1996).

FINALIDADE	
COPAÍBA	ANDIROBA
CICATRIZAÇÃO	MASSAGEM
ANTIINFLAMATÓRIO	REPELENTE
SABONETE P/ ACNE	ANAGÉLSICO
	RESFRIADO

Tabela 05: análise das finalidades dos óleos de copaíba e andiroba.

Para consumidores, os questionários revelaram que dos 32 (trinta e dois) entrevistados, todos obtiveram o resultado esperado quando compararam os distintos óleos. Revelou também que todos adquiriram conhecimento sobre as propriedades medicinais e dermocosméticas através de familiares e pessoas próximas. Segundo os autores Sousa, Dantas, Silva & Diniz (2016), com relação ao mercado para os produtos florestais não madeireiros, as pesquisas revelam ser crescente o interesse dos consumidores além de ser ambientalmente correto. Estudos de mercado dos óleos naturais têm demonstrado que os óleos de copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne), andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) são utilizados pelas indústrias farmacêuticas e de cosméticos, bem como pelos estabelecimentos que vendem produtos naturais e farmácias homeopáticas.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados evidenciam que a atividade de comercialização dos óleos da andiroba Aubl. e copaíba Hayne reveste-se de extrema importância, não somente por apresentarem fins medicinais e dermocosméticos naturais, mas também pelos aspectos culturais e sócio-econômicos associados à essa atividade.

Percebeu-se nessa pesquisa que a comercialização desses óleos é de vital importância para a renda e sustento familiar dos comerciantes. Além disso, esses óleos servem como alternativas mais rentáveis ao público que consome tais produtos.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, U.P. & LUCENA, R.F.P. Métodos e técnicas para coleta de dados. In: Albuquerque, U.P.; Lucena, R.F.P. **Métodos e técnicas na pesquisa etnobotânica**. Recife: NUPEEA/Livro Rápido, 2004. p. 37-62.

ALVES, Rômulo Romeu da Nóbrega¹; DA SILVA, Carla Calixto²; ALVES, Humberto da Nóbrega Alves³. **Aspectos sócio-econômicos do comércio de plantas e animais medicinais em área metropolitanas do Norte e Nordeste do Brasil**. Revista de biologia e ciências da terra, 2008.

BERNARD, H. R. **Research Methods in Anthropology: Qualitative and Quantitative Approaches**. 2 ed. Walnut Creek, Canadá: Sage Publications, 1994, 585 p.

CHIZZOTI, A. **Pesquisa em Ciências humanas e sociais**. 2 ed. São Paulo: Cortez editora, 2000. 164 p.

DIAS, C. S., DIAS, S. I. S. Belém do Pará: História, Urbanismo e Identidade. **Planejamento Urbano e Regional: ensaios acadêmicos do CAUFAG**. Cascavel: Smolarek Arquitetura, 2007.

ENRIQUEZ, Gonzalo. Amazônia – **Rede de inovação de dermocosméticos. Sub-rede de dermocosméticos na Amazônia a partir do uso sustentável de sua biodiversidade com enfoques para as cadeias produtivas da castanha-do-Pará e dos óleos de andiroba e copaíba**. Brasília, DF · v. 14 · n. 28 · p. 51-118 · jan-jun 2009.

FREIRE, F. C. Répteis utilizados na medicina popular no Estado de Alagoas. Maceió, 1996. N pg. (Monografia) - Universidade Federal de Alagoas.

JUNIOR, Valdir F. Veiga; PINTO, Angelo C. **O gênero *Copaifera* L.** Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, CT, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, 21945-970 Rio de Janeiro - RJ. *Quim. Nova*, Vol. 25, No. 2, 273-286, 2002.

LIMA, Pedro Gécio Costa; FERREIRA, Marília Coelho; SANTOS, Ronize da Silva. **A floresta na feira: plantas medicinais do município de Itaituba, Pará, Brasil.** Goiânia, v. 24, n. 2, p. 285-301, abr./jun. 2014.

LORENZI, Harri, Árvores **Brasileiras – Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil VOL.01.** Instituto Plantarum de Estudos da Flora LTDA. Avenida Brasil, 200 – Nova Odessa – SP – BRASIL-1992.

LOUREIRO, Arthur A., DA SILVA, Marlene Freitas. **Catálogo das Madeiras da Amazônia.** Ministério do Interior, Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM). Belém – 1968.

MELLO, L.G. **Antropologia cultural.** 6 ed. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 1995. 528 p.

MENEZES, Antônio J., ELIAS AMORIM. **O Histórico do Sistema Extrativo e a Extração de Óleo de Andiroba Cultivado no Município de Tomé-Açu, Estado do Pará.** Ribeirão Preto-2005.

SANTOS, Anadalvo J.; HILDEBRAND, Elisabeth; Pacheco, Carlos H. P.; PIRES, Paulo de Tarso de L.; ROCHADELLI, Roberto. **Produtos não madeireiros: conceituação, classificação, valoração e mercados.** Revista floresta, pg 215-224.

Y. L. N. Sousa¹; M. D. B. Silva²; K. G. F. Dantas³; V. W. B. Diniz³. **Análise elementar de cinco plantas medicinais comercializadas no mercado do Ver-o-Peso em Belém-PA, BRASIL.** Scientia plena, 2016.

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DO PARÁ
DEPARTAMENTO SÓCIO-ECONÓMICO**

**QUESTIONÁRIO SOBRE PRODUTOS FLORESTAIS NÃO-MADEIREIROS
COMERCIALIZADOS NO MUNICÍPIO DE BELÉM**

Coordenação: Prof. André Souza

Este questionário faz parte de um trabalho de Nota de Habilitação e Avaliação – NHA, da disciplina Introdução a Ciência Florestal ministrada pelo Prof.º André Luiz Lopes de Souza. Através deste questionário será possível realizar um levantamento dos produtos florestais não-madeireiros (PFNM) comercializados no município de Belém.

Neste trabalho você irá encontrar algumas perguntas que deverão classificar OS diversos aspectos sobre a compra e venda desses produtos. As entrevistas deverão ser feitas de forma simples e individualmente, para que cada entrevistado não se sinta encomodado com as perguntas, e estas não devem ser contestadas, para que não ocorram desentendimentos entre entrevistador e entrevistado.

DADOS GERAIS

Entrevistador: _____

Local: _____

Tempo da Entrevista: Início: _____ Término: _____

DADOS DO ENTREVISTADO

Entrevistado: _____

Idade: _____ anos Sexo: () M () F

Local de origem: _____

Endereço: _____

Estado Civil: () Solteiro () Casado Filhos: _____

DADOS SOBRE O PRODUTO

TABELA DE CLASSIFICAÇÃO DOS PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS

Tipo de uso	Parte da planta	Quanto ao nível de processamento	Apresentação
1. cosmético	1. flores	1. In natura	Perfume
2. medicinal	2. frutos	2. Beneficiado	Bebida
3. condimentares	3. sementes	3. Industrializado	Cosmético
4. inseticidas	4. galhos		Pastas
5. ornamentais	5. folhas		Pomadas
6. alimentícios	6. cascas		Cêra
7. tintoriais/ Corantes	7. raízes		Unguento
8. Forragem	8. gomas		Polpa
9. combustíveis	9. resinas		Resina
10. Outros(especificar)	10. látex/seiva		Óleo
	11. óleos		Látex
	12. fibras		Utensílios domésticos
	13. Cipó		Pó
	14. Outros		Líquido
			Em barra
			Outros

Obs: Faça uma breve descrição do processamento do produto

APÊNDICE 1

Questionário sobre satisfação dos consumidores em relação aos óleos de andiroba e copaíba.

1. Quem indicou os óleos?
2. Com qual finalidade você comprou?
3. Obteve o efeito desejado?
4. Voltaria a comprar os óleos?

SECAGEM SOLAR DA BIOMASSA DO CAPIM-ELEFANTE PARA USO EM COMBUSTÃO DIRETA

Data de aceite: 01/10/2020

Anderson Carlos Marafon

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Unidade de Execução de Pesquisa e
Desenvolvimento
Rio Largo – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/3638171620010262>

André Felipe Câmara Amaral

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Unidade de Execução de Pesquisa e
Desenvolvimento
Rio Largo – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/7976650138067418>

Juarez Campolina Machado

Embrapa Gado de Leite
Juiz de Fora – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/4138841453673478>

Adriana Neutzling Bierhals

Universidade Federal de Alagoas
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Rio Largo – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/4479622472323018>

Hugo Leoncio Paiva

Universidade Federal de Alagoas
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Rio Largo – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/6822565845697168>

Victor dos Santos Guimarães

Universidade Federal de Alagoas
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Rio Largo – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/17659550850778299>

RESUMO: O cultivo dedicado do capim-elefante é, reconhecidamente, um dos que apresenta maior potencial produtivo, pois esta gramínea adapta-se muito bem às condições de clima e solo de praticamente todo o Brasil. Além do seu tradicional uso forrageiro, esta espécie tem sido apontada como uma alternativa promissora de biomassa para utilização como insumo energético. Entretanto, as dificuldades de manuseio do capim-elefante no seu estado natural, atribuídas à alta umidade e baixa densidade da biomassa, são gargalos que limitam a maior utilização desta excelente fonte de matéria-prima como biocombustível sólido em processos de geração de energia termelétrica. A presença de altos teores de água reduz consideravelmente a eficiência do processo de conversão energética da biomassa em calor. Neste sentido, a secagem natural ao sol pode promover a desidratação da biomassa, com custos reduzidos, de transporte e estocagem e criar condições ideais para combustão direta, este trabalho teve como objetivo principal avaliar as variações nos teores de umidade da forragem do capim-elefante mediante a exposição solar da biomassa ao sol durante oito dias consecutivos, em época com baixos índices pluviométricos na região dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. Os resultados demonstraram que a exposição ao sol da forragem triturada do capim-elefante proporcionou uma redução de aproximadamente 45 % no teor de umidade inicial da biomassa após oito dias de exposição ao sol, sem revolvimento da leira. Também foi observado, um concomitante aumento do poder calorífico superior do capim-elefante com a redução no teor de água da

biomassa. Portanto, a secagem natural ao sol é um processo que apresenta viabilidade técnica de aplicação em épocas e regiões com alta radiação solar, altas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e baixos índices pluviométricos.

PALAVRAS-CHAVE: *Pennisetum purpureum*, forragem, desidratação, energia térmica.

SOLAR DRYING OF ELEPHANT GRASS BIOMASS INTENDED FOR DIRECT COMBUSTION

ABSTRACT: The elephant grass dedicated cultivation is recognized as one of the greatest productive potential, because this grass adapts very well to the climate and soil conditions of practically all Brazil. In addition to its traditional forage use, this species has been identified as a promising alternative to biomass for use as an energy feedstock. However, the difficulties in handling elephant grass in its natural state, attributed to the high humidity and low density of biomass, are bottlenecks that limit the greater use of this excellent source of raw material as a solid biofuel in thermoelectric energy generation processes. The presence of high water content considerably reduces the efficiency of the process of converting biomass to heat. In this sense, natural drying in the sun can promote the dehydration of biomass, with reduced costs, of transport and storage and create ideal conditions for direct combustion, this work had as main objective to evaluate how variations in the moisture content of elephant grass forage by exposing the biomass to the sun for eight consecutive days, at a time with low rainfall in the Tabuleiros Costeiros de Alagoas region. The results demonstrated that the exposure to the sun of the elephant grass crushed forage provided a reduction of approximately 45% in the biomass initial moisture content after eight days of solar exposure, without turning the windrow. It was also observed, a concomitant increase in the superior calorific value of elephant grass with the reduction in the water content of the biomass. Therefore, natural drying in the sun is a process that presents technical feasibility of application in times and regions with high solar radiation, high temperatures, low relative humidity and low rainfall.

KEYWORDS: *Pennisetum purpureum*, forage, dehydration, thermal energy.

1 | INTRODUÇÃO

As cadeias de suprimento de biomassa para geração de energia e/ou vapor em usinas termelétricas (UTES) envolvem elementos críticos que influenciam a viabilidade dos investimentos, sendo que a maior competitividade dos projetos passa pela otimização do uso de sua capacidade instalada, o que depende, essencialmente, da oferta e disponibilidade de materiais combustíveis e, principalmente, do seu custo de produção e/ou aquisição. A adoção de processos tecnológicos de co-combustão de matérias-primas permite aliviar os desafios da sazonalidade na oferta de combustíveis sólidos, ampliando o período de utilização da infraestrutura industrial e, com isso, gerar ganhos adicionais com a produção de vapor e energia (Demirbas, 2005).

O uso da biomassa para geração de energia térmica por meio de combustão direta ou da produção combinada de energia térmica e mecânica (cogeração), vêm assumindo posição proeminente em questões de energia e meio ambiente. Com a perspectiva de

aumento de até 50% na demanda de energia elétrica no Brasil até 2030, a diversificação e descentralização da produção de energia a partir de fontes renováveis como a biomassa são opções favoráveis ao atendimento desta demanda. Além dos resíduos agrícolas disponíveis regionalmente, os cultivos energéticos dedicados à biomassa são excelentes alternativas para a obtenção de matéria-prima para produção de bioenergia (Marafon et al., 2016a).

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum., synonymy of *Cenchrus purpureus* (Schum.) Morrone) é uma gramínea semiperene que apresenta ciclo curto e excelente adaptação edafoclimática, sendo apontado como promissora alternativa de insumo energético, sobretudo, por sua alta produção anual de biomassa seca (40 a 45 Mg ha⁻¹) e por suas características qualitativas de interesse (Morais et al., 2009).

No que tange ao uso da biomassa como combustível sólido, as principais características que influenciam seu desempenho energético são a densidade, o tamanho e a forma das partículas, o poder calorífico superior e os teores de umidade, cinzas, fibras, lignina e extrativos (Jenkins et al., 1998). O teor de umidade é a característica de qualidade mais importante no combustível, uma vez que em excesso produz grandes flutuações na produção de energia da caldeira. Os valores desta propriedade, na biomassa, em geral são altos, situando-se entre 50 e 65% (base úmida), dependendo do tipo ou parte da planta e da estação do ano. A umidade elevada em um combustível reduz sua eficiência energética, uma vez que na combustão, a água precisa ser evaporada (Fusco et al., 2015) e a energia necessária para esta evaporação é perdida no processo de geração de energia (Li et al., 2012).

Dentre os principais entraves encontrados para o uso do capim-elefante como matéria-prima para combustão direta está a necessidade de redução da umidade da biomassa, visto que, quanto menor a umidade maior é a produção de calor do combustível, e que em termos práticos, só é possível queimar materiais com até 50% de água (Cortez et al., 2008). As dificuldades de manuseio do capim-elefante no seu estado natural para o uso como biocombustível sólido em processos de geração de energia termelétrica, atribuídas à alta umidade e baixa densidade da biomassa, são gargalos que limitam a maior utilização desta excelente fonte de matéria-prima limpa e renovável. Neste aspecto, a radiação solar pode ser aproveitada para a desidratação natural da biomassa, aumentando sua densidade energética, e reduzindo com isso as despesas com processos de secagem induzida. A secagem natural ao sol é uma das opções de baixo custo que pode reduzir despesas em plantas de processamento.

A secagem da biomassa é uma etapa importante e desafiadora que depende de parâmetros críticos como integração de calor, controle de emissões e desempenho do secador. O processo de secagem envolve a perda de água por meio da transferência simultânea de calor do meio externo para a biomassa e do fluxo de vapor de água da biomassa para a atmosfera (Lasseram, 1978).

A secagem solar ao ar livre é, em geral, o método de menor custo dentre os métodos tradicionais de secagem (secadores rotativos, túneis, ciclones, avanço de roscas). Contudo, é um processo lento e que depende, sobretudo, das condições climáticas, cujas variáveis ambientais que interferem na desidratação são: radiação solar, temperatura, umidade do ar e velocidade do vento. O processo de secagem também pode ser induzido, em estufas ou secadores rotativos, através do uso de gases quentes (caldeiras e fornos de combustão), cujos agentes de secagem mais usuais são os produtos da combustão da própria biomassa. A secagem induzida pode ser direta (secador universal), que consiste basicamente na introdução de gases quentes (300 a 800°C) em um tambor giratório (rotativo) ou indireta onde o fluido térmico (ar aquecido) passa pelo secador e por um condensador para separar as substâncias evaporadas, e volta a ser aquecido e utilizado (circuito fechado) (Fagernäs et al., 2010). Os secadores rotativos são os mais utilizados, e operam com teores de umidade médios da biomassa pós-secagem entre 10 e 45% (Li et al., 2012).

Tendo em vista que a exposição solar promove a desidratação da biomassa com custos reduzidos, o objetivo deste trabalho foi avaliar as variações nos teores de umidade da forragem do capim-elefante colhido com 10 meses de idade mediante sua exposição solar durante oito dias, em época com menores registros pluviométricos anuais na região dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Usina Seresta, situada no município de Teotônio Vilela, Estado de Alagoas, durante o mês de fevereiro de 2019, com objetivo de avaliar a eficiência da secagem natural ao sol da forragem do capim-elefante.

O capim-elefante utilizado foi o clone Madeira (BAGCE 145), com idade de 10 meses, material genético que compõe o Banco Ativo de Germoplasma de Capim-Elefante (BAGCE) da Embrapa Gado de Leite. O material foi triturado por uma colhedora de forragens em partículas de 1 a 3 cm, sendo disposto em leira sobre chão batido, numa camada com altura aproximada de 50 cm e mantido durante oito dias sob exposição direta ao sol, sem revolvimento (Figura 2).



Figura 1. Disposição da forragem para secagem ao sol do capim-elefante.

A secagem ao sol foi realizada em terreno de chão batido, para evitar o contato da biomassa com o solo e o aumento do seu grau de impurezas, entretanto, também poderia ter sido feita em pátios com piso revestido por lama asfáltica ou cimento.

A avaliação do teor de umidade (%) foi efetuada diariamente, a partir da coleta de amostras homogêneas em distintas posições da leira. A umidade foi determinada em estufa à 105° C por 48 h ou até completa desidratação (massa constante), de acordo com a NBR 14929 (ABNT, 2003). Durante o período experimental não houve ocorrência de chuvas, sendo registradas médias de 25,9° C de temperatura e 72% de umidade relativa do ar. Complementarmente, também foi realizado um ensaio visando determinar do poder calorífico superior (PCS) do capim-elefante com diferentes teores de umidade: 0, 10, 20, 30, 40 e 50%. O PCS foi determinado em um Calorímetro modelo C 2000 (IKA), de acordo com a norma NBR 11956 (ABNT, 1990).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A exposição ao sol da forragem do capim-elefante durante um período de oito dias consecutivos, sem revolvimento da leira, promoveu a redução de 45 % no teor de umidade da biomassa, a qual passou de 69,3 % na data da colheita para 38,1% após este tempo de secagem natural (Figura 2).

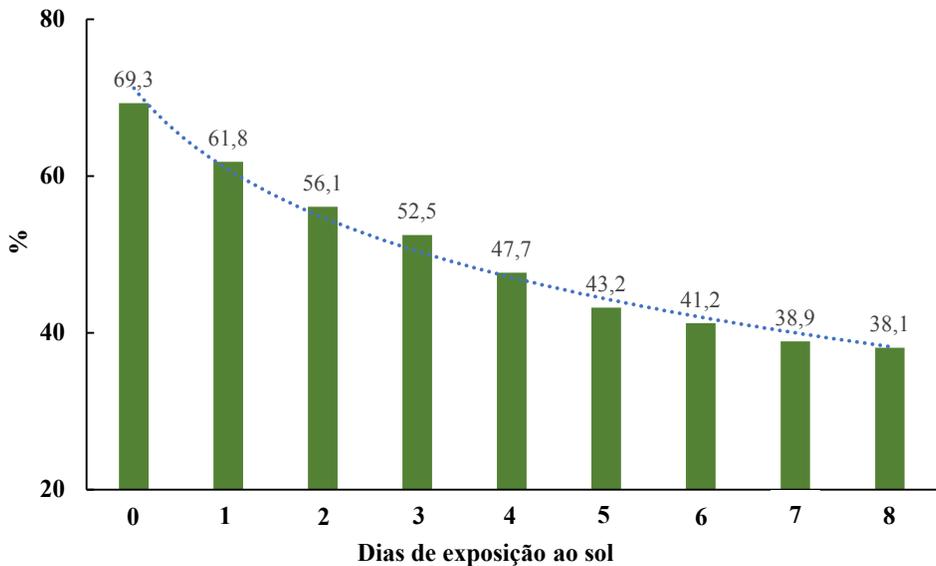


Figura 2. Teor de umidade da forragem triturada do capim-elefante durante oito dias de exposição ao sol sem revolvimento. Teotônio Vilela/AL, 2019.

A curva de desidratação do capim-elefante apresenta formato exponencial, de tal forma que, nas primeiras 24 horas ocorre uma rápida desidratação, mas após esta fase, cada ponto percentual de perda de água requer mais tempo. Nas condições climáticas da região dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas, a secagem natural ao sol possibilitou a redução da umidade do capim-elefante triturado de 69,3 % para 38,1 % após 8 dias de exposição solar, sem revolvimento da forragem (camada de 50 cm), durante a estação do verão, em período com baixos registros pluviométricos. Silva (2012) também constatou um ganho energético de 30,8 % no poder calorífico do capim-elefante triturado e seco ao sol em relação à umidade inicial da colheita (70 %), demonstrando que o processo de secagem ao sol apresenta viabilidade técnica para a alimentação de fornalhas e caldeiras de combustão.

Bertel (2015) afirmou que, embora o tempo de secagem ao sol do capim-elefante seja menor do que para o eucalipto, são necessárias áreas maiores para a secagem e armazenagem do capim-elefante, devido à sua baixa densidade e a altura máxima considerada. Ao contrário da secagem do eucalipto que se dá durante meses de exposição ao sol, a secagem do capim-elefante é rápida. No entanto, o material necessita ser seco rapidamente após a colheita e trituração, para evitar riscos de fermentações indesejáveis e a decomposição da biomassa (Santos et al., 2011).

A obtenção de uma biomassa com níveis adequados de água depende da finalidade de uso do material e do tipo de forno ou de caldeira de combustão a ser utilizado. Os sistemas

de cogeração de alta eficiência que utilizam biomassa como combustível são normalmente projetados para operar em faixas específicas de umidade. Alguns gaseificadores, por exemplo, são projetados para operar com umidades entre 10% a 20%. Já caldeiras de queima em suspensão normalmente operam em faixas de umidade mais altas de até 50%, pois o sistema de alimentação já prevê que durante a queda da biomassa se dará o processo de secagem, com a queima ocorrendo ainda em suspensão ou acima da grelha basculante. Já, as caldeiras de grelha utilizadas na indústria de papel e celulose admitem diferentes níveis de umidade do combustível, mas operam de forma ideal utilizando biomassas entre 30 até 40% de água. Um aumento da umidade além dos limites de operação projetado causa instabilidade no sistema como um todo, devido à diminuição da temperatura da zona de combustão. Isso ocasiona não somente a perda de eficiência dos sistemas de combustão, como também aumento nas emissões ambientais e diminuição da vida útil devido à formação de depósitos de espécies químicas corrosivas em zonas não adequadas (Nakai et al., 2016). Desta forma, a remoção da umidade da biomassa, mediante secagem é uma estratégia fundamental para aumentar o poder calorífico dos materiais e a eficiência energética da combustão.

Da mesma forma que se procede com a fenação, o caso da secagem da biomassa forrageira para fins de combustão, há necessidade de se efetuar a disposição do material triturado em camadas, cuja altura deve variar de acordo com a umidade inicial do material e a adoção ou não da prática do revolvimento do material.

Para acelerar a taxa de desidratação, a prática de revolvimento da forragem é de fundamental importância, principalmente nas fases iniciais do processo de secagem, quando o conteúdo de água é elevado (60 a 70%). O revolvimento das leiras acelera e uniformiza a secagem, trazendo as camadas internas (mais úmidas) para a superfície, o que proporciona maior circulação de ar, reduzindo a compactação e acelerando a transferência de umidade da biomassa para a atmosfera (Rotz & Muck, 1994). Nos primeiros dias o revolvimento deve ser mais frequente, com pelo menos dois revolvimentos diários, um pela manhã e outro pela tarde. O revolvimento das pilhas pode ser efetuado com ancinhos, principalmente nas primeiras horas após o corte, reduzindo riscos de incidência de processos fermentativos indesejáveis.

Além dos fatores climáticos, a taxa de secagem também depende de fatores inerentes à planta, dentre eles: (1) teor de água na colheita, o qual varia em função da idade da planta, do estágio fenológico e da época do ano e (2) relação folha:colmo, onde a maior proporção de folhas é favorável, pois os colmos apresentam maior resistência à desidratação. Meehan et al. (2014) constataram que o conteúdo de água diminui significativamente com o avanço da idade, especialmente quando a colheita é realizada em épocas de menor pluviosidade, e que esta redução na umidade pode ser intensificada pela adoção da prática do emurchecimento, a qual consiste em cortar o material e permitir que ele seque o campo por um período de tempo, antes da coleta.

Marafon et al. (2016b) ressaltam a importância de se promover uma adequada secagem do capim-elefante, para obtenção de ganhos energéticos e a prevenção de problemas de armazenamento como a má conservação da biomassa. Para ilustrar a influência positiva da redução da umidade no desempenho do processo termoquímico foram efetuadas análises do poder calorífico superior (PCS) da forragem do capim-elefante com teores crescentes de água (0, 10, 20, 30, 40 e 50%) (Tabela 2).

Umidade (%)	PCS (kcal kg ⁻¹)	Perda de calor (%)
0	4308	-
10	3887	9,78
20	3541	17,81
30	3258	24,37
40	3040	29,43
50	2860	33,61

Tabela 2. Poder calorífico superior (PCS) do capim-elefante e a respectiva perda de calor em função do aumento da umidade da biomassa.

Houveram gradativas reduções nos valores PCS da biomassa concomitantes com o aumento no seu teor de água. A desidratação completa da biomassa do capim-elefante com umidade inicial de 50% proporciona incremento de 49,4% no poder calorífico superior da biomassa. Enquanto o PCS da forragem totalmente seca foi de 4.308 kcal kg⁻¹, o PCS das amostras com 50% de umidade de 2.860 kcal kg⁻¹. Silva & Morais (2008) também observaram incremento de 60 % no PCS do bagaço de cana a partir da redução da umidade de 50 % (2.275 kcal kg⁻¹) para 20 % (3.641 kcal kg⁻¹). Apesar do significativo ganho energético, os autores ressaltam que processos de secagem são onerosos e o alto consumo de energia pode inviabilizá-los.

A presença de umidade na biomassa acarreta redução do seu poder calorífico, pois parte do calor gerado é consumido na evaporação da água e no aquecimento dos vapores para atingir a temperatura dos demais gases. Além de proporcionar aumento no poder calorífico da biomassa, a secagem contribui para reduzir emissões de poluentes primários (particulados, monóxido de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio, óxidos de enxofre e gases ácidos) gerados na combustão, os quais podem ser controlados também pela regulação correta do fornecimento do ar primário e secundário da câmara de combustão (Jenkins et al., 1998). A redução no teor de umidade da biomassa também contribui para diminuir a emissão de outros poluentes provenientes da combustão incompleta, tais como metais pesados, compostos orgânicos voláteis e hidrocarbonetos aromáticos (Fusco et al., 2015). Entretanto, não há correlação inequívoca entre o teor de umidade e estas emissões, uma vez que dependem do tipo e da forma de operação do equipamento (Wimmerstedt, 1999).

A redução da umidade através da secagem ao sol é um processo de baixo custo que aumenta a densidade energética da biomassa, proporcionando a redução de custos de transporte e estocagem da biomassa e aumentando a eficiência do processo de combustão. O aumento na densidade energética da biomassa proporcionado pela redução da umidade pode melhorar a rentabilidade econômica da atividade, especialmente, pela redução de custos com armazenamento e transporte, visto que, os custos envolvidos nas operações de corte, transbordo, transporte e descarregamento respondem por cerca de 35% do custo total de produção.

Em épocas com registros de maiores índices pluviométricos, a secagem ao sol somente pode ser realizada em pátios com uso de barcaças móveis ou em estufas e galpões cobertos que permitam a penetração da radiação solar e a circulação do ar, além da necessidade de revolvimento da forragem. Em relação à influência positiva do revolvimento, vale mencionar os testes realizados nesta mesma região por Paiva (2016), o qual constatou que a secagem do capim-elefante disposto em camada com 20 cm de altura, com revolvimento da forragem promoveu significativas reduções no teor de umidade inicial do material que passou de 65,1% para 52,1%, 31,1% e 13,8% após 3, 6 e 9 dias de exposição ao sol, respectivamente. Concomitante, houve diminuição da densidade da forragem, que passou de 284,6 kg m⁻³ na data de colheita para 186, 106 e 80 kg m⁻³ após 3, 6 e 9 dias de exposição ao sol, respectivamente.

O revolvimento favorece a secagem das pilhas de forragem mantidas no campo ou em pátios, sendo mais eficiente no início da secagem, quando o conteúdo de água da varia de 50 a 66%. Durante esta fase, a forragem seca rapidamente na superfície, enquanto dentro da pilha ou da leira a desidratação é lenta (McDonald & Clark, 1987).

Apesar do elevado poder calorífico, a baixa densidade do capim-elefante tem repercussões no custo da biomassa, aumentando o custo para seu processamento. Isso afeta significativamente a competitividade deste combustível sólido na geração de energia termelétrica em grande escala. Sendo assim, o adensamento da biomassa do capim-elefante em fardos, briquetes ou pellets, poderia aumentar a sua viabilidade econômica pois melhora sua uniformidade em termos de tamanho, forma e densidade.

Outra alternativa para a desidratação da biomassa é a extração do caldo do capim-elefante, o qual pode ser aproveitado para produção de biogás e também como biofertilizante organomineral. Este processo apresenta outra vantagem pois reduz o conteúdo de cinzas do material que será utilizado como combustível sólido. Tanto para a secagem natural quanto para a artificial, a extração prévia do caldo com uso de moendas adequadamente dimensionadas pode ser muito eficiente. Estudos mostraram ser possível de se extrair mais de 200 litros de caldo com capim-elefante por tonelada de matéria fresca (Sumner & Hellwig, 1988). Além disso, Dayton et al. (1999) observaram reduções nos teores de cloro (40 a 50%) e potássio (37 a 84%), principais elementos causadores de corrosão e incrustação em fornos e caldeiras.

4 | CONCLUSÃO

A secagem ao sol da forragem do capim-elefante promove redução de 45 % na umidade da biomassa após oito dias de exposição ao sol durante o período com menores registros de chuvas na região dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas.

A desidratação completa da biomassa do capim-elefante com umidade inicial de 50% proporciona incremento de 49,4% no poder calorífico superior da biomassa.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 11956** - Coque: determinação do poder calorífico superior. Rio de Janeiro, 1990. 6 p.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 11956** - Madeira: determinação do teor de umidade em cavacos – Método por secagem em estufa. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.

BERTEL, Q. R. Q. Avaliação Técnico-Econômica da Conversão Termoquímica de Biomassa Madeireira e Herbácea em Energia Elétrica “Sistemas Agroenergéticos”. **Tese** (Doutorado em Engenharia Mecânica). 2015, 185 p. Universidade Federal de Itajubá, MG.

CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S.; GOMEZ, E. O. **Biomassa para energia**. Campinas, São Paulo. Editora da UNICAMP, 2008. 734p.

DAYTON, D. C.; JENKINS, B. M.; TURN, S. Q.; BAKKER, R. R.; WILLIAMS, R. B.; BELLE-LOUDRY, D.; HILL, L. M. Release of inorganic constituents from leached biomass during thermal conversion. **Energy & Fuels**, v. 13, p. 860-870, 1999.

DEMIRBAS, A. Potential applications of renewable energy sources, biomass combustion problems in boiler power systems and combustion related environmental issues. **Progress in energy and combustion Science**, v. 31, n. 2, p. 171-192, 2005.

FAGERNÄS, L.; BRAMMER, J.; WILÉN, C.; LAUER, M.; VERHOEFF, F. Drying of biomass for second generation synfuel production. **Biomass and Bioenergy**, v. 34, n. 9, p. 1267-1277, 2010.

FUSCO, L.; JEANMART, H.; BLONDEAU, J. A modelling approach for the assessment of an air-dryer economic feasibility for small-scale biomass steam boilers. **Fuel Processing Technology**, v. 134, p. 251-258, 2015.

JENKINS, B.; BAXTER, L.L.; MILES, T.R. Combustion properties of biomass. **Fuel processing technology**, v. 54, n. 1, p. 17-46, 1998.

LASSERAM, J. C. Princípios gerais de secagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 3, p. 17-45, 1978.

LI, H.; CHEN, Q.; ZHANG, X.; FINNEY, K.N.; SHARIFI, V.N.; SWITHENBANK, J. Evaluation of a biomass drying process using waste heat from process industries: A case study. **Applied Thermal Engineering**, v. 35, p. 71-80, 2012.

MARAFON, A. C.; SANTIAGO, A. D.; AMARAL, A. F. C.; BIERHALS, A. N.; PAIVA, H. L.; GUIMARÃES, V. S. **Uso da biomassa para a geração de energia**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016a, 28 p. (Documentos, 211).

MARAFON, A. C.; SANTIAGO, A. D.; AMARAL, A. F. C.; BIERHALS, A. N.; PAIVA, H. L.; GUIMARÃES, V. S. **Poder Calorífico do Capim-Elefante para a Geração de Energia Térmica**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2016b, 28 p. (Boletim de Pesquisa, 115).

McDONALD, A. D.; CLARK, E. A. Water and quality loss during field drying of hay. **Advances in Agronomy**, v. 41, p. 407-437, 1987.

MEEHAN, P.; MCDONNELL, K.; GRANT, J.; FINNAN, J. The effect of harvest time and pre harvest treatment on the moisture content of *Miscanthus x giganteus*. **European Journal of Agronomy**, v. 56, p. 37-44, 2014.

MORAIS, R. F.; SOUZA, B. J.; LEITE, J. M.; SOARES, L. H. B.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Elephant grass genotypes for bioenergy production by direct biomass combustion. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, p. 133-140, 2009.

NAKAI, D. K.; MAY, A.; SILVA, M. A.; PARRELLA, R. A. C. **Uso do sorgo biomassa em caldeiras de combustão: cuidados, precauções e fatores relacionados à qualidade da matéria-prima**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. 18 p. (Documentos, 205).

PAIVA, H. L. Secagem do capim-elefante visando o aumento da eficiência do processo de conversão térmica. **Monografia** (Graduação em Agronomia) 2017. 33 p. Universidade Federal de Alagoas, Centro de Ciências Agrárias, Rio Largo, AL.

ROTZ, C. A., MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAHEY JR., G.C. **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison. American Society of Agronomy. 1994. p. 828-868.

SANTOS, M.L.; LIMA, O. J. NASSAR, E.J.; CIUFFI, K.J.; CALEFI, P.S. Estudo das condições de estocagem do bagaço de cana-de-açúcar por análise térmica. **Química Nova**, v.34, n.3, p. 507-511, 2011.

SILVA, E. Biomassa cultivada para produção de energia: estudo comparativo entre capim-elefante e eucalipto com a incorporação da energia solar na secagem. **Dissertação** (Mestrado em Engenharias de Energia). 2012, 94 p. Universidade Federal de Itajubá, MG.

SILVA, M. B.; MORAIS, A. S. Avaliação energética do bagaço de cana em diferentes níveis de umidade e graus de compactação. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 28, **Anais...** Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008.

SUMNER, H.R.; HELLWIG, R.E. Crushing rolls to accelerate napiergrass drying. **Biomass**, v. 15, p. 1-9, 1988.

WIMMERSTEDT, R. Recent advances in biofuel drying. **Chemical Engineering And Processing: Process Intensification**, v. 38, n. 4, p. 441-447, 1999.

CONSERVATION PRODUCTION: NETWORK FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT OF FOREST SEED AND SEEDLINGS

Data de aceite: 01/10/2020

Dan Érico Vieira Petit Lobão

<http://lattes.cnpq.br/0267769773375489>

Érico de Sá Petit Lobão

<http://lattes.cnpq.br/6522892328812125>

Raul René Mellendez Valle

<http://lattes.cnpq.br/2524978227095675>

Ivan Crespo Silva

<http://lattes.cnpq.br/2082839055027582>

Kátia Curvelo Bispo dos Santos

<http://lattes.cnpq.br/1130889845808005>

Lanns Alves de Almeida Filho

<http://lattes.cnpq.br/8287574214431088>

RESUMO: Inserido na Região Cacaueira da Bahia com 15.886 km² de área e uma população superior a 800 mil habitantes, o Território Litoral Sul é composto por 26 municípios, com limites em Maraú ao Norte e Canavieiras ao Sul, está dividido em 03 sub-territórios Camacan, Ilhéus e Itabuna (com 2 sub-núcleos). Tem identificação direta com a economia do cacau e também com a agricultura familiar, quilombolas, indígenas, assentados de reforma agrária ou pequenos agricultores individuais, assim como os médios e os grandes agricultores. Tem na agricultura o seu sustentáculo sócio-econômico-ambiental e na cacauicultura, com o sistema agroflorestal cabruca, a principal atividade primária. Foi a cabruca a grande responsável pela colonização

e identidade cultural desse espaço geográfico e pela conservação dos mais extensos e representativos remanescentes da Mata Atlântica em áreas agricultáveis. A retomada do desenvolvimento regional em bases sustentáveis está relacionada à modernização e ao manejo sustentável da cacauicultura; e, o seu manejo está diretamente relacionado à adequação do sombreamento, com interferências diretas nas árvores de sombra. Isso exigirá que sementes e mudas de espécies arbóreas de procedência regional em quantidade, qualidade e diversidade muito superior ao que atualmente é ofertado, estejam disponíveis. A eminente demanda regional indica que o problema focal a ser trabalhado será a baixa oferta de sementes e mudas sem qualidade. A estratégia de execução será a da mobilização, sensibilização e qualificação adequada nas atividades necessárias à estruturação, inicialização e operacionalização de uma rede de coletores de sementes e mudas, bem como a de produtores de mudas (viveiristas). O objetivo central é contribuir para disponibilizar, de forma organizada em quantidade e qualidade necessárias ao atendimento da demanda regional de espécies arbóreas nativas nobres, raras, sob forte pressão antrópica e ameaçadas de extinção. Como objetivos específicos: (i) Sensibilizar, conscientizar e estimular a organização; (ii) Qualificar e estimular as ações. Estima-se que mais de 300 mil hectares de cacau são cultivados no modelo cabruca, que manejados legalmente (Dec 15.180/2014), demandará mais 18 milhões de mudas florestais, sendo 12 milhões de espécies arbóreas nativas. Este projeto irá proporcionar as bases necessárias de atendimento desta

demanda eminente, com a criação de pelo menos três novos “postos” de trabalho na zona rural (mateiro, coletor e produtor de mudas), beneficiando três segmentos sociais (o jovem, o gênero (a mulher), o trabalhador da 3ª idade e até mesmo o portador de deficiência física). Estima-se, para os 3 anos de execução, um montante de US\$ 1,070,090.00 (R\$ 2.375.600,00) em recursos financeiros para cobrir os gastos de custeio. Os resultados planejados são: implantação de uma rede de coletores e produtores de mudas, com mais de 500 profissionais qualificados, mais de 2500 árvores matrizes, em 50 espécies arbóreas nobres, vulneráveis, raras, ameaçadas de extinção e sob forte pressão.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação produtiva, espécies nativas, cacau cabruca, inclusão social, desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT: Inserted in the Cacaueira Region of Bahia with an area of 15,886 km² and a population of more than 800 inhabitants, the South Coast Territory is composed of 26 municipalities, with limits in Marau to the North and Canavieiras to the South, is divided into 03 Camacan sub-territories, Ilhéus and Itabuna (with 2 sub-cores). It has direct identification with the cocoa economy and also with family farming, quilombolas, indigenous people, agrarian reform settlements or small individual farmers, as well as medium and large farmers. Agriculture has its socio-economic-environmental support and cocoa farming, with the cabruca agroforestry system, the main primary activity. Cabruca was largely responsible for the colonization and cultural identity of this geographic space and for the conservation of the most extensive and representative remnants of the Atlantic Forest in agricultural areas. The resumption of regional development on a sustainable basis is related to the modernization and sustainable management of cocoa farming; and, its management is directly related to the adequacy of shading, with direct interference in the shade trees. This will require that seeds and seedlings of tree species of regional origin in quantity, quality and diversity far superior to what is currently offered, be available. The eminent regional demand indicates that the focal problem to be addressed will be the low supply of seeds and seedlings without quality. The execution strategy will be the mobilization, awareness and adequate qualification in the activities necessary for the structuring, initialization and operationalization of a network of seed and seedling collectors, as well as that of seedling producers (nurseries). The central objective is to contribute to making available, in an organized manner, in quantity and quality necessary to meet the regional demand for noble, rare native tree species, under strong anthropic pressure and threatened with extinction. As specific objectives: (i) Sensitize, raise awareness and stimulate the organization; (ii) Qualify and encourage actions. Estimates that more than 300 thousand hectares of cocoa are grown under the cabruca model, which are legally managed (Dec 15,180 / 2014), will require an additional 18 million forest seedlings, 12 million of which are native tree species. This project will provide the necessary bases to meet this imminent demand, with the creation of at least three new “jobs” in the rural area (woodsman, collector and producer of seedlings), benefiting three social segments (the young, the gender (the woman), the worker of the third age and even the disabled person). It is estimated, for the 3 years of execution, an amount of US \$ 1,070,090.00 (R \$ 2,375,600.00) in financial resources to cover costing expenses. The planned results are: implantation of a network of collectors and seedling producers, with more than 500 qualified professionals, more than 2500 parent trees, in 50 noble, vulnerable, rare tree species, threatened with extinction and under strong pressure.

KEYWORDS: Productive conservation, native species, cabruca cocoa, social inclusion, sustainable development.

1 | CONTEXTO

1.1 Características Físicas e Estrutura

O Território Litoral Sul, é composto por 26 municípios, com limites extremos em Marau ao norte e Canavieiras ao sul. Esse território é uma conquista da comunidade regional, particularmente dos trabalhadores e tem por objetivo o combate à pobreza e a organização da sociedade por meio do desenvolvimento sustentável dos vários segmentos comunitários nos municípios que formam o território físico.

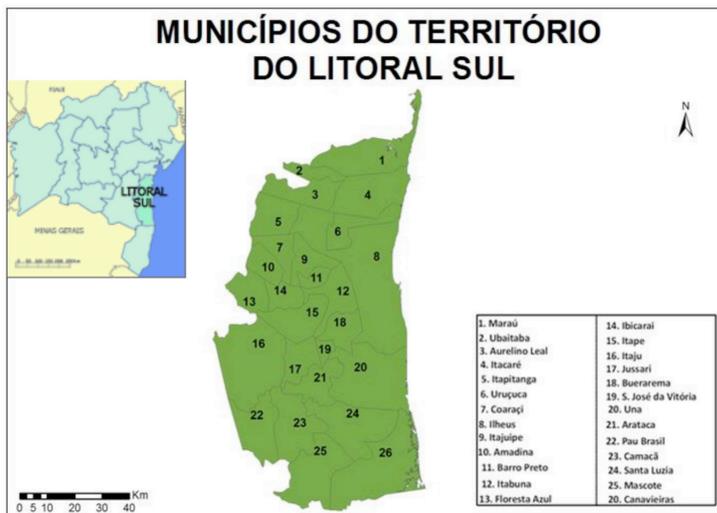


Figura 1. Território de Identidade Litoral Sul da Bahia (Fonte SEI-SEPLANTEC – Acesso: <https://www.google.com.br/search?q=territorio+litoral+sul+da+bahia>; em 28.06.14.

(Fonte: <http://www.territoriolitoralsulbahia.com.br>; acesso: 29.06.14)

Com a criação dos territórios da cidadania o leque de ações sob a responsabilidade do território foi ampliado, abrindo um espaço de interação política, comunitária e econômica entre o campo e a cidade. Como resultado espera-se uma melhor organização e fortalecimento institucional dos atores sociais locais na gestão participativa do desenvolvimento sustentável do território, além da promoção, implementação e integração de políticas públicas visando a erradicação da pobreza, do analfabetismo e da economia de subsistência.

Baseado nos três eixos principais de desenvolvimento (ambiental, econômico e social), tem por plano estratégico o PTDRS 5, Plano de Desenvolvimento Rural Sustentável. O qual é gerido por um conjunto de entidades ligadas aos trabalhadores, sociedade civil organizada e governo, que forma o GGE – Grupo Gestor Executivo. O território original foi dividido em 3 sub-territórios: Camacan, Ilhéus e Itabuna.

A política de territórios no Litoral Sul da Bahia foi iniciada em meados de 2003, a partir da 1ª Oficina Territorial, onde foi constituído o Grupo Gestor do Território Litoral Sul da Bahia. A partir desse marco inicial foram desenvolvidas as competências territoriais advindas do sentimento de pertencimento dos atores sociais, sendo eles, instituições federais, estaduais, municipais, movimentos sociais, 3º setor (ONGs), Cooperativas, dentre outras, que resultou na formação de um território diverso, localizado em sua maior parte na Região Litorânea Sul do Estado da Bahia, composto por 26 municípios, distribuído numa área de 15.886 km, abrangendo uma população de aproximadamente 843.901 (IBGE, Censo Demográfico 2000) sendo estes divididos em 03 sub-territórios e um deles com 2 núcleos:

- **Sub-Território Camacan:** Pau-Brasil, Arataca, Jussari, Santa Luzia e Mascote.
- **Sub-Território Ilhéus:** Maraú, Itacaré, Uruçuca, Canavieiras, Aurelino Leal e Una.
- **Sub-Território Itabuna**
 - **Núcleo I:** Itabuna, Itapé, Itajú do Colônia, Floresta Azul, Barro Preto, São José da Vitória, Buerarema, Ubaitaba e Aurelino Leal.
 - **Núcleo II:** Itajuípe, Coaraci, Almadina e Itapitanga.

Caracterizado por apresentar um clima tropical úmido, no qual o seu quadro natural (relevo, solos, cobertura vegetal e a rede hidrográfica), influencia nos padrões de uso da terra e conseqüentemente, na economia regional. As temperaturas médias variam entre 22º e 25ºC, sendo maiores e com menor amplitude térmica na faixa costeira, devido à alta frequência de nebulosidade. O regime pluviométrico é regular com chuvas abundantes distribuídas durante o ano, e nas bacias hidrográficas existentes destacam-se os rios de Contas, Almada, Cachoeira, Prado, Jequitinhonha, Una e Mucuri. O Território Litoral Sul possui diversos segmentos econômicos dentre os quais se destacam culturas como cacau, banana, café, mandioca, seringueira, coco e dendê.

Este Território compreende em sua grande parte áreas remanescentes de Mata Atlântica, sendo que este ecossistema está entre as cinco regiões do planeta de maior prioridade para a conservação da biodiversidade.

A história da cacauicultura na Bahia se confunde com a própria história da região, pois, o cacau fez o desbravamento para o interior, fundou cidades, formou gerações. O cacau criou uma civilização no Sul da Bahia, um patrimônio, uma identidade histórico-cultural determinada pela atividade agrícola. Sendo assim nota-se uma ligação estreita entre a questão agrária retratada no Território Litoral Sul e a saga do cacau, enquanto sustentáculo socioeconômico e cultural de uma região.

Com a crise da lavoura e a diversificação de culturas, muitos dos produtores não obtiveram êxito econômico em suas novas atividades, e acabaram se endividando. Com isso veio o desemprego e conseqüentemente o êxodo rural, gerando uma verdadeira legião de desempregados do campo, causando então a substituição das grandes e médias propriedades por mini propriedades, advindas principalmente da reforma agrária.

Os sistemas agroflorestais com espécies tais como, seringueira, pupunha, dendê, piaçava e banana, plantadas na região, servem como opções para diversificação aliado as práticas sustentáveis, pois, a região possui experiência e tecnologia de produção, e se encontra no corredor central da Mata Atlântica.

A criação de bovinos é uma atividade econômica de grande relevância para o Estado da Bahia. O rebanho no Território Litoral Sul passou de 427.483 bovinos em 1991 para 481.122 em 2003 em escala crescente, com 12,54% de aumento do rebanho. Dentre os municípios, Camacan, Ilhéus, Itapé e Mascote foram os que tiveram maior evolução. Um dos fatores que contribuíram para esse crescimento é a crise que vem ocorrendo com a cacauicultura na região, que deixou de ser uma atividade secundária do cacau tornando-se a principal.

É nesse contexto de alta diversidade e complexidade cultural onde se encontram indígenas, quilombolas, agricultores familiares, assentados de reforma agrária, comunidades tradicionais de negros e população urbana, estrutura socioeconômica diversa e grande importância ambiental que está inserido o Território Litoral Sul da Bahia.

1.2 Características Econômicas

Partindo-se da constatação de que o agronegócio (no verdadeiro sentido da palavra) é hoje, e será no futuro, um dos principais vetores de crescimento nacional. O Brasil dispõe de condições físicas, humanas e de conhecimento para ter um papel cada vez mais relevante no fornecimento mundial de alimentos e energia. Especificamente no caso do estado da Bahia, o peso da agricultura no PIB é de 7% (contra 5% no Brasil) e o do agronegócio, no seu conceito mais amplo é de 25% do PIB estadual (como o é no Brasil). Além disto, é o Estado com maior população rural do país. E, a cadeia produtiva do cacau tem um grande potencial de agregação de valor, tecnologia e capacidade de desenvolvimento.

A cadeia de cacau tem uma história antiga de sucesso e de posterior declínio. O desafio aqui será reerguê-la tornando-a mais produtiva e capaz de agregar valor às comunidades locais, sem comprometer seus serviços ecossistêmicos, além de ampliar o emprego na atividade, revertendo a tendência dos últimos anos. O cacau baiano tem condições de aumentar sua produtividade saindo da média de 300 kg/ha de hoje para os 800-900 kg/ano da média paraense. Existem experiências no Litoral Sul bastante bem sucedidas na ampliação da produtividade que podem e devem ser replicadas.

O caminho da melhoria da atividade cacauieira vai além do aumento da produtividade. Passa pela diversificação sem substituição do cacau, como também pelo aumento da qualidade do produto e pela ampliação da capacidade financeira dos produtores. O grande desafio será quebrar a inércia do círculo vicioso do endividamento e da expectativa baixa do “status de perdedor” no qual os produtores de cacau da Bahia hoje se encontram.

Existem quatro estratégias possíveis de ser encaminhadas conjuntamente: i) ampliar o número de fazendas capazes de exportar cacau de melhor qualidade e preço; ii) avançar mais um passo na cadeia de agregação de valor (verticalização) pelo beneficiamento da amêndoa para a produção de liquor fino, a ser exportado; iii) produção local de chocolate inicialmente concentrada nos produtores maiores e/ou naqueles agrupados em cooperativas; iv) agregar produtos de base florestal (madeireiros e não madeireiros) oriundos (resíduos) do manejo sombreamento. O pequeno/médio produtor de cacau isolado não tem condições de arcar com os custos de instalação de projetos que sigam as restrições de fabricação.

A cadeia de madeira é interessante, mas há um caminho longo a ser trilhado. A despeito do Brasil e da região ter condições excepcionais de desenvolvimento de florestas plantadas, o plantio comercial de madeira nativa ainda está se iniciando.

Compete com alternativas de maior conhecimento no suprimento de madeira nativa como o manejo sustentável, cuja atividade deve continuar se desenvolvendo lentamente no país e o reflorestamento com espécies exóticas como o eucalipto a teca e o mogno africano, espécies em que já existe um conhecimento bastante desenvolvido e um mercado definido. Além disto, compete com a exploração de cacau consorciado com seringueira ou árvores frutíferas (açai, coco etc.) e a pupunha. A sugestão é o desenvolvimento gradativo do plantio de espécies e a concentração de esforços na pesquisa de alternativas adequadas para a região.

Atualmente o PIB do setor florestal na Bahia é de R\$ 8 bilhões (5% do PIB estadual em 2012), considerando o acréscimo de 50 mil hectares de área plantada, o aumento do PIB seria da ordem de R\$ 640 milhões. O impacto sobre a geração de emprego será diferente para os setores avaliados, mas terá importância vital na região.

O Território Litoral Sul da Bahia tem uma Identificação direta com a economia do cacau, o mesmo se dá também com a agricultura familiar, quilombolas, indígenas, assentados de reforma agrária ou pequenos agricultores individuais, assim como os médios e os grandes agricultores; pela relação existente com todo o histórico de ocupação do espaço e trajetória econômica e fundiária do Território.

Todos os indicadores levantados que compõe a identidade territorial no Litoral Sul tiveram expressividade, sendo classificados entre alto e médio alto. No entanto, o Colegiado do territorial quando indagado sobre o nível de importância de cada indicador, apontou em sua grande maioria, para a forte representação da agricultura familiar, sendo essa a identidade territorial.

Em ordem decrescente aparecem os seguintes indicadores: i) o Ambiente, fruto da

relação histórica homem x natureza representado pelo sistema cacau-cabruca, que garantiu a esta região uma paisagem florestal contínua formado por áreas de plantios de cacau e remanescentes florestais; *ii*) a Economia, aparece com grande importância na formação da identidade, relacionada diretamente com a cacauicultura e sua história; *iii*) posteriormente aparecem os indicadores Pobreza e Político.

O primeiro relacionado ainda a forte desigualdade social, herança das épocas áureas do cacau, bem como de sua decadência que gerou um passivo socioeconômico sentido até a atualidade. O segundo, possivelmente relacionado ao definido e expressivo posicionamento partidários das organizações que compõe o colegiado e que dialogam sobre a construção de bases sustentáveis para o desenvolvimento territorial. A Etnia e a Colonização, também aparecem com expressividade, relacionadas com a questão indígenas, a demarcação de Terras Indígenas, a reflexos da prolongada crise da cacauicultura, com o consequente desemprego, êxodo rural e desencadeamento dos processos de luta pela terra e reforma agrária.

1.3 Características Sociais

O Litoral Sul da Bahia é um território estritamente urbano, em consequência dos núcleos de Ilhéus e Itabuna, onde somente 4 municípios (Almadina, Itacaré, Maraú e Uma) apresentam população rural superior à urbana. A sua densidade populacional, 54,6 hab.km⁻² é superior à média do estado 33,8 hab.km⁻². São 898.403 habitantes, dos quais 231.273 (25,74%) vivem na área rural. O IDH (índice de desenvolvimento humano) médio do território é 0,67, considerado baixo pela Coordenação do Programa Territórios da Cidadania. O Sul baiano tem 14.610 agricultores familiares, 2.564 famílias assentadas, 2.743 pescadores, 11 comunidades quilombolas e duas terras indígenas. Área total 15.741,50 km².

Seu desafio maior é o desenvolvimento em bases modernas de modo a trazer renda permanente e crescente para a população local e manter o jovem na região. Sua oportunidade é desenvolver cadeias produtivas que transformem a região num território diferenciado na Bahia e no Brasil, onde suas atividades tenham uma marca: cacau cabruca da Bahia, móveis da Mata Atlântica e turismo de vivência no litoral brasileiro.

A região tem forte dependência do programa Bolsa Família e a montagem de uma “porta de saída” para o assistencialismo puro seria desejável. A forma de fazer isto é educar e treinar a população e desenvolver atividades produtivas que ampliem as oportunidades de trabalho. Hoje o percentual de famílias que recebe o Bolsa Família, nos municípios da região vai da melhor posição em Itabuna – 30% das famílias à pior em Pau Brasil – 92%. Ilhéus tem 41%, Itacaré 45% e Uruçuca 58%. A média do Estado da Bahia é de 42%.

A análise criteriosa dos aspectos sóciais do território revela um dado muito interessante, no Litoral Sul o alto percentual de mães, chefes de família, sem ensino fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos residente no domicílio. O percentual é preocupante em Itacaré e Maraú, acima de 28%.

Por fim, há na região uma “razão de dependência” – número de pessoas abaixo de 14 anos e acima de 65 anos sobre o número de pessoas com idade de 15 a 64 anos – superior à do Estado e bastante superior à média nacional. A média da região, neste item, é de 51,6% contra 48,9% da Bahia e 45,9% do Brasil.

Resumo dos dados da região – censo 2010

Índices		REGIÃO	BAHIA	BRASIL	MUNICÍPIOS DESTAQUES	
					POSITIVO	NEGATIVO
IDH	Varição do IDH (2010 – 1991)	84,8%	71,0%	47,5%	Mascote (179,3%)	Itabuna (57,2%)
Demografia	Proporção da População Rural	26%	28%	16%	Itabuna (2%)	Maraú (81%)
	Razão de Dependência	51,6%	48,9%	45,9%	Itabuna (43,9%)	Pau Brasil (66,3%)
	Esperança de vida ao nascer (anos)	72,1%	72,0%	73,9%	Ilhéus (73,5%)	São José da Vitória (66,2%)
Educação	Expectativa de anos de estudo (anos)	8,4	8,6	9,5	Itabuna (9,4)	Buerarema (6,4)
	Taxa de analfabetismo (maiores de 25 anos)	22,2	20,9	11,8	Itabuna (12,7)	Arataca (40,2)
Renda	Renda média real, per capita	R\$ 466,8	R\$ 503,2	R\$ 800,8	Itabuna (R\$ 608,4)	Floresta Azul (R\$ 243,0)
	Renda média proveniente do trabalho	R\$ 332,5	R\$ 358,2	R\$ 595,2	Itabuna (R\$ 461,7)	Floresta Azul (R\$ 142,9)
Pobreza	Percentual de extremamente pobres	10,6	13,8	6,6	Itabuna (6,1%)	Mascote (24,1%)
	Renda, per capita, média dos extremamente pobres	34,1	33,2	31,7	Uruçuca (R\$ 41,2)	Buerarema (R\$ 28,2)

Tendo como setores censitários as localidades do Rio do Braço e Aritaguá em Ilhéus, além dos municípios de Mascote, Itajuípe, Coaraci, Camacan, Santa Luzia, Una, Arataca e Maraú, foi realizada a coleta de dados referente à avaliação do ICV (Índice de Condições de Vida). Observou-se a percepção da população do território em relação aos indicadores do desenvolvimento rural que favorecem o desenvolvimento, as características do desenvolvimento e os efeitos desse desenvolvimento.

Em relação aos fatores do desenvolvimento, o nível de escolaridade, acesso a crédito e assistência técnica, além do acesso a mercados consumidores, apresentaram-se como principais entraves ao desenvolvimento no Território. Nota-se que a falta de organização da produção e das entidades dos agricultores familiares acarretada também pela falta de uma cultura associativista, contribui significativamente para o nível de desenvolvimento e das condições de vida no Território.

1.4 Atores Locais

O Território Litoral Sul da Bahia congrega 26 municípios os quais possuem instituições públicas, privadas, em alguns deles estão instaladas organizações não governamentais (3º setor) representantes da sociedade civil organizada, escritórios do Ministério Público (Promotoria), Sindicatos Patronais e também dos Trabalhadores Rurais, Associações de Agricultores, Indústria e Comercio entre outras; tem municípios que possuem Conselhos Municipais Ambientais.

A Resemus, como forma de integração e participação na gestão do desenvolvimento sustentável local, reivindicará assento nos Conselhos Municipais Ambientais das cidades que o possuem, bem como no Conselho Regional da Biosfera.

Com o intuito de estabelecer uma Governança democrática será criado um “Conselho de Notáveis” com assento permanente para a CEPLAC, UESC, UFSB, CDAC, Sindicato Rural Patronal, Sindicato dos Trabalhadores (1 assento para cada instituição); 1 Ministério Público; 3º Setor - ONG (1 assento); Representantes de Ass. de Coletores de Sementes (4 assentos); Representantes de Ass. de Produtores de Mudanças – Viveiristas (4 assentos).

2 | PROBLEMAS A RESOLVER

2.1 Identificação e Análise do problema

O território de identidade Litoral Sul tem na agricultura o seu sustentáculo socioeconômico e na cacauicultura, com o sistema agroflorestal cabruca, a principal atividade primária. Foi o cacau cabruca o grande responsável pela colonização e identidade cultural desse espaço geográfico, desbravado por migrantes e emigrantes de diversas regiões, estados e mesmo países. O sistema cabruca conservou os mais extensos e representativos remanescentes da Mata Atlântica em áreas agricultáveis do País e os mais significativos exemplares arbóreos de espécies raras e nobres inseridos (imiscuídos) em área cultivadas de forma extensiva.

Áreas cultivadas com cacau, apesar dos inúmeros e incontestes serviços e ativos ecossistêmicos gerados, são ecológica, técnica e cientificamente incontestáveis áreas de produção agrícola, e não, área de floresta natural. Contudo, submetem-na a uma legislação ambiental com perfil preservacionista, incoerente às práticas agrícolas necessárias à sua manutenção e manejo, o que praticamente imobilizou a cacauicultura comprometendo sua capacidade produtiva. Com isso, toda responsabilidade e custos diretos (desde a responsabilidade legal, até os custos financeiros) da conservação e manutenção dos ativos e serviços ecossistêmicos, dentre eles os remanescentes arbóreos existentes nas áreas com cacau e os remanescentes de floresta nativa em sua propriedade; por outro lado, quanto aos ganhos, quando existentes, no máximo apenas os indiretos.

A proposta da *CONSERVAÇÃO PRODUTIVA* para o manejo sustentável da cacauicultura da Bahia sensibilizou a SEMA (Sec. de Meio Ambiente) do Estado Bahia a promover mudanças na legislação ambiental estadual (Decreto nº 15.180.2014), favorecendo o manejo do cacau cabruca conjugado ao plantio de espécies arbóreas nativas. A previsão é de que sejam plantadas > 11 milhões árvores nativas raras, ameaçadas de extinção ou sob forte pressão e mais 20 milhões de outras espécies de interesse regional. O problema é que não se dispõe de mudas em quantidade e qualidades necessárias a uma demanda dessa magnitude; e, caso não se produza, será necessária a importar de outras regiões, promovendo uma evasão de divisas, ao tempo em que haverá pressão negativa na sobre base genética local. Em síntese, será o favorecimento de uma base genética exógena, em detrimento da endógena.

2.2 Problemas Associados ao Problema Focal

A retomada do desenvolvimento regional em bases sustentáveis está relacionada à modernização e ao manejo sustentável da cacauicultura; e, o seu manejo está diretamente relacionado à adequação do sombreamento, com interferência direta nas árvores de sombra, seja com atividade de poda e/ou desbaste. Isso exigirá que sementes e mudas de espécies arbóreas de procedência regional em quantidade, qualidade e diversidade muito superior ao que atualmente é ofertado estejam disponíveis.

2.2.1 Efeitos

- Árvores matrizes insuficientes: Não se tem, na região, número significativo de árvores matrizes cadastradas das espécies arbóreas nobres de interesse. A falta de tradição florestal tem feito com que a região negligencie esse importante aspecto da produção de mudas de qualidade.
- Baixa qualidade do material coletado: Risco de coletar sementes em indivíduos fenotipicamente inferiores. Como não coletores qualificados em escalada de árvores, o trivial é coletar com o menor esforço possível, normalmente em árvores baixas ou no chão sem controle da procedência da árvore.
- Comprometimento da base genética local: O risco de comprometer a base genética das espécies de interesse é grande, ao se trazer material botânico (sementes e mudas) de outras regiões.
- Risco de endogamia e “estreitamento” da base genética local: Sementes e/ou mudas coletadas de um reduzido número de árvores dentro da espécie e/ou de árvores aparentadas compromete a qualidade genética do material produzido.
- Atores locais desarticulados e não organizados: A comunidade rural não está devidamente organizada para atender a demanda eminente de mudas de espécies arbóreas nativas.

- Atores locais desmotivados: A comunidade rural não está motivada por desconhecer esse mercado e o seu potencial.
- Reduzido número de coletores: Pequena quantidade de coletores de sementes e mudas que dominam as técnicas de escalada de árvores nativas.
- Inexistência de sementes e mudas certificadas: A comunidade rural desconhece os procedimentos técnicos necessários à produção certificada de sementes e mudas de essências arbóreas nativas.

2.2.2 Problema Focal

A pouca disponibilidade de sementes e mudas de espécies arbóreas nativas nobres de origem local para abastecer a eminente demanda regional, indica que o problema focal a ser trabalhado é a: Baixa oferta de sementes e mudas com qualidade:

2.2.3 Causas

- Desconhecimento da demanda: A comunidade rural desconhece esse mercado promissor e a sua demanda (potencialidade)
- Atores locais não sensibilizados: A comunidade rural não está sensibilizada para a importância do seu papel na conservação do patrimônio florestal da Mata Atlântica do Sul da Bahia.
- Atores locais desarticulados: Normalmente trabalham de forma isolada.
- Coletores locais não qualificados: A região não dispõe de coletores especializados
- Viveiros não legalizados: Os viveiros regionais produtores de espécies arbóreas nativas não estão legalmente qualificados.
- Viveiros insuficientes e mal distribuídos: Os viveiros regionais não estão estrategicamente distribuídos na região.
- Localização desconhecida de espécies nobres: Localização de exemplares das espécies arbóreas nobres conhecidas apenas por poucos indivíduos (mateiros) e apenas na sua área de ação. A sociedade regional não têm registros georeferenciados da ocorrência das principais espécies nobres da região

3 | ESTRATÉGIAS

A estratégia de execução do projeto, não será de uma execução literal, propriamente dita, das atividades de coleta de sementes e mudas e nem da formação de associações de coletores sementes e produtores de mudas (viveiristas), mas sim a da mobilização dos beneficiários diretos, sua sensibilização e a oferta de uma qualificação adequada para

as atividades necessárias à estruturação, inicialização e operacionalização de uma rede de coletores de sementes e mudas, bem como a de produtores de mudas (viveiristas); bem como no que diz respeito ao estímulo à organização e à formação de associações produtivas e à sua gestão.

Nesse sentido será buscada a:

- Participação dos beneficiários diretos do projeto e de suas organizações em todas as fases de desenvolvimento do projeto.
- Participação e envolvimento com beneficiários diretos e indiretos da RESEMUS.
- Parceria ativa com os atores, públicos e privados, que possam prestar uma contribuição positiva ao desenvolvimento eficaz e eficiente das atividades.
- Formação de um “Conselho de Notáveis” para uma governança da RESEMUS.
- Inserção de representantes diretos da RESEMUS, em conselhos municipais entre outras organizações de interesse público, que tenham relações diretas e/ou indiretas com os serviços prestados pela rede de sementes e mudas.
- Análise frequente da relação custos-benefícios nas ações desenvolvidas pela Rede, optando pela execução das que permitam aperfeiçoar os recursos disponíveis e maximizar os resultados produzidos, bem como, o estabelecimento dos preços a serem praticados na comercialização das sementes e mudas.
- Monitoramento permanente das atividades, buscando permanentemente o consenso das ações com os atores envolvidos, velando sistematicamente pela geração de sinergias e complementaridades, evitando a todo o custo situações de sobreposição e duplicação de intervenções.
- Continuidade da RESEMUS, será trabalhada com ações concatenadas nas três dimensões da sustentabilidade; ações diretamente inter-relacionadas que perdurem no tempo e que sejam clara e conscientemente assumidas pelos beneficiários do projeto e suas organizações representativas.
- Estímulo ao desenvolvimento de novos mercados, além da recuperação de áreas degradadas e da compensação prevista no manejo do sombreamento do cacaueteiro, tais como arborização urbana e rodoviária entre outras.

A primeira atividade para a criação da RESEMUS será a sua divulgação junto às comunidades rurais, beneficiários diretos e indiretos, associações e empresas da região, com vistas a uma participação aberta a todos interessados.

A implementação da RESEMUS, com o objetivo de assegurar as melhores condições de sucesso, decorrerá por fases. A saber:

- 1ª Etapa: Mobilização e reuniões de sensibilização
- 2ª Etapa: Oficinas de qualificação e aprimoramento

- 3ª Etapa: Oficinas de Estímulo à estruturação de associações
- 4ª Etapa: Estruturação e implementação da RESEMUS: Rede de semente e mudas do Território Litoral Sul da Bahia.
- 5ª Etapa: Operacionalização, monitoramento e avaliação interna e externa de forma contínua,

4 | DESTINATÁRIO E LOCALIZAÇÃO

1. Os beneficiários diretos do projeto serão trabalhadores residentes no meio rural. Em especial para coleta os jovens, e na produção de mudas o gênero, os quais, respectivamente possuem a aptidão para:

- 1.1. trabalharem locais altos (altura), para sem treinados em escalada de árvores;
- 1.2. manuseio de maquinários/implementos agrícolas motorizados portáteis para serem capacitados como operadores e técnicos em manutenção;
- 1.3. identificação dendrológica para serem capacitados como Mateiros;
- 1.4. trabalhar com instrumentos eletrônicos (tablete, gps) para conduzirem o trabalho de georeferenciamento e cadastramento de árvores matrizes; bem como a inserção de dados na base de dados da Resemus;
- 1.5. manejar e conduzir de mudas em viveiros; nesta atividades, normalmente o gênero (feminino) e o trabalhador de idade mais madura e mesmo da 3ª idade, têm boa identidade com a função de viveirista. A atividade pode absorver portadores de deficiência

2. Serão beneficiários indiretos do projeto:

- 2.1. famílias dos trabalhadores integrantes da RESEMUS, Agricultores que pretendem realizar plantios compensatórios do manejo agrossilvicultural do sombreamento cacau-cabruca;
- 2.2. projetos de recuperação de áreas e florestas degradadas;
- 2.3. secretarias municipais responsáveis por arborização urbana;
- 2.4. estabelecimentos comerciais que elaboram projetos de paisagismo e jardinagem e aqueles que comercializam plantas ornamentais.

3. Espera-se que a RESEMUS contribua para criação de novas atividades agro-profissionais e de novas frentes de trabalho no Território, bem como promova melhoria na qualificação profissional dos recursos humanos envolvidos.

4. Disponibilize uma melhor informação sobre o mercado de sementes e mudas de espécies arbóreas nativas para beneficiários diretos e indiretos, com a modernização das suas tecnologias na área de armazenamento, gestão e acesso

aos dados e informações e, conseqüentemente, o aumento da sua produtividade, competitividade, visibilidade, comunicação e rendimentos dos que nela trabalham.

5. A central da Resemus ficará localizada na cidade de Itabuna (BA), em face da posição estratégica desta cidade polo-regional, pela facilidade de acesso, centralização em relação aos municípios que compõem o Litoral Sul da Bahia e nesta cidade que se concentram a maioria das unidades econômicas da região. Nos restantes municípios do Território, quando necessário for para ordenação e promoção de atividades, poderão ser criados mini núcleos atrelados às unidades demonstrativas e qualificação (UDQs) que serão implantadas pela Ceplac e Sema (Secretaria de Meio Ambiente do Estado da Bahia) em vários municípios do Território, para demonstração, monitora e avaliação do manejo do cacau cabruca sob a égide da conservação produtiva.

5 I QUADRO INSTITUCIONAL

Este projeto tem como proponentes as seguintes instituições: (i) CDAC – Centro de Desenvolvimento Agroambiental e Cidadania; (ii) CNPC – Central Nacional dos Produtores de Cacau; (iii) CEPLAC – Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira; e (iv) UESC – Universidade Estadual de Santa Cruz. As instituições co-proponentes e/ou parceiras, são: FUNPAB – Fundação Pau-brasil; UFSB – Universidade Federal do Sul da Bahia; (i) SEMA – Secretaria de Meio Ambiente do Estado da Bahia; (ii) INEMA – Instituto de Meio Ambiente do Estado da Bahia, nos Escritórios de Itabuna e Ilhéus; (iii) SRs – Sindicatos Rurais da Região Cacaueira; (iv) SEAGRI – Secretária de Agricultura do Estado da Bahia; (v) EBDA - Empresa Baiana de Desenvolvimento Agropecuário.

A executora principal do Projeto será o Centro de Desenvolvimento Agroambiental Cidadania (CDAC) que coordenará a captação e gestão de recursos financeiros, promoverá a agregação das parceiras e gestão, o monitoramento das atividades desenvolvidas pelas colaboradoras e contratadas, relatórios parciais e final.

Participação das instituições proponentes:

1. **CDAC – Centro de Desenvolvimento Agroambiental e Cidadania:** “construção da idéia”, elaboração do projeto; coordenação da captação e gestão de recursos financeiros; agregação das parceiras; gestão e o monitoramento das atividades desenvolvidas; relatórios parciais e final. Coordenará a formação do “Conselho de Notáveis” para a governança da RESEMUS, proporcionando-lhe as condições necessárias para sua formação e funcionamento.
2. **CNPC – Central Nacional dos Produtores de Cacau:** mobilização de beneficiários diretos e indiretos; dentre estes, será colocado ponto focal a mobilização e sensibilização de sindicatos rurais patronais e dos trabalhadores; lideranças do Território Litoral Sul.
3. **CEPLAC – Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira:** mobilização de beneficiários diretos e instituições ligadas à pesquisa e extensão; confecção da

base de dados e do sistema informatizado de gestão da RESEMUS em parceria com a UESC; pesquisa com espécies arbóreas nativas; difusão de conhecimento.

4. **Uesc – Universidade Estadual de Santa Cruz:** pesquisa com espécies arbóreas; difusão de conhecimento e qualificação de beneficiários; em parceria com a Ceplac participará da base de dados e do sistema informatizado de gestão da RESEMUS; coordenará o abastecimento e manutenção do sistema de gestão.

5. **O CONSELHO DE NOTÁVEIS:** composto representantes das Instituições Proponentes, Co-Proponentes, Parceiras; Representantes de Associações de Beneficiários Diretos e Indiretos; Representantes do Poder Público Municipal e Estadual, 3º Setor (ONGs) entre outras. Terá a função consultiva de um conselho de orientação, emitindo parecer sobre planos anuais de atividade, ações e espécies prioritárias, pareceres sobre novas ações, inclusão de novos parceiros, acordos de cooperações técnicas.

6 | OBJETIVO GERAL

O Projeto tem por objetivo central, contribuir para disponibilizar, de forma organizada em quantidade e qualidade necessárias ao atendimento da demanda regional, sementes e mudas de espécies arbóreas nativas nobres, raras, sob forte pressão antrópica e ameaçadas de extinção

7 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. **SENSIBILIZAR, CONSCIENTIZAR E ESTIMULAR A ORGANIZAÇÃO:** Sensibilizar e conscientizar os atores locais quanto a conservação produtiva e a importância de sua participação no desenvolvimento sustentável regional, bem como estimular a organização em rede do processo produtivo de sementes e mudas certificadas.

2. **QUALIFICAR E ESTIMULAR AS AÇÕES:** Realizar oficinas de qualificação em cadastramento de árvores matrizes, coleta de sementes e produção de mudas.

8 | RESULTADOS E ATIVIDADES

Resultados e atividades relacionados ao Objetivo específico 1:

1. Coletores de sementes e produtores de mudas sensibilizados e motivados a trabalharem profissionalmente na atividade e de forma associada (900 pessoas).

1.1. Selecionar e qualificar a equipe de execução do projeto.

1.2. Realizar e/ou participar de reuniões e encontros no Território para a sensibilização dos atores regionais quanto ao novo mercado (sementes e mudas espécies arbóreas nativas nobres), a conservação produtiva do agroecossistema cacaueteiro e o desenvolvimento sustentável do Território.

- 1.3. Promover reuniões e encontros de sensibilização e orientação aos interessados na atividade de coleta de sementes e de produção de mudas, evidenciando: (i) o potencial do mercado de sementes-mudas e de atuação do coletor profissional; (ii) a valorização do saber popular (etnobotânica) e da profissionalização dessa nova atividade; (iii) a importância do trabalho associativo e em rede; (iv) o potencial da atividade proporcionar a inclusão sócio-produtiva na coleta de sementes (os jovens) e na produção de mudas (a 3ª idade, o gênero e os deficientes).
- 1.4. Identificar as necessidades de qualificação prioritárias dos beneficiários diretos e interessados, incluindo formação em empreendedorismo, associativismo e gestão de negócios.
- 1.5. Selecionar ações de formação contínuas potencialmente disponíveis e/ou organizáveis em atendimento às necessidades identificadas.
2. Mercado regional de sementes e mudas de essências arbóreas nativas estrategicamente quali-quantificado.
 - 2.1. Elaborar um plano estratégico para a implantação de uma rede participativa descentralizada de sementes e mudas de espécies arbóreas nativas, identificando quais são as principais debilidades, ameaças, forças e oportunidades da atividade. Realizar um diagnóstico rápido participativo (DRP) para atividade no Território Litoral Sul.
 - 2.2. Realizar estudos de mercado e de viabilidade econômico-financeira da atividade de sementes e mudas de essências arbóreas nativas.
 - 2.3. Construir um plano de negócio para a atividade.
3. Sistema digital desenvolvido e implantado, para maior eficiência e agilidade na gestão, difusão, visibilidade de estoque e de atividades dos beneficiários diretos; bem como, acesso dos beneficiários indiretos e clientes da Resemus.
 - 3.1. Mobilizar e agregar os parceiros institucionais para a construção, manutenção e abastecimento do sistema digital de gestão-difusão- acesso.
 - 3.2. Desenvolver e implantar sistema informatizado para gestão-difusão- acesso e operacionalização da rede.
 - 3.3. Construir e operacionalizar - portal digital da rede.
4. Árvores matrizes das espécies focais identificadas e cadastradas (50 espécies; 2500 árvores).
 - 4.1. Localizar, selecionar e cadastrar indivíduos arbóreos produtores de sementes fenotipicamente superiores - árvores matrizes.
 - 4.2. Identificar, georeferenciar e mapear as áreas de ocorrência das árvores matrizes cadastradas.
 - 4.3. Monitorar e registrar participativamente as fenofases reprodutivas das espécies arbóreas de interesse.

5. Resemus implantada, acessível, em operação, transparente e sustentável.

5.1. Estimular a formalização das associações de coletores e produtores de mudas (viveiristas) e fomentar a implantação da Resemus com seu núcleo central e seus subnúcleos, de forma participativa e descentralizada, com sua governança definida.

5.2. Elaborar e implementar uma matriz de avaliação interna com Reuniões de nivelamento, sugestões e qualificação.

5.3. Avaliar continuamente de forma participativa as ações da Resemus e seus impactos; e propor ações de continuidade.

Resultados e atividades relacionados ao Objetivo específico 2:

6. Material didático temático e de divulgação disponibilizados (4 cartilhas; 4 manuais; 4 vídeos; 4 folders).

6.1. Confeccionar cartilhas técnicas em escalada de árvores, de coletas de sementes e mudas, cadastramento de matrizes, práticas silviculturais de interferência em árvores de sombra, produção e manejo de mudas, gestão de associações e de negócios.

6.2. Manuais de coleta de sementes, produção de mudas, técnicas silviculturais e gestão de associações.

6.3. Vídeos educativos relativos à atividade escalada de árvores, de coletas de sementes e mudas, cadastramento de matrizes, produção e manejo de mudas e gestão de negócios relacionados à Resemus.

6.4. Confeccionar material didático e de divulgação relativo às ações de formação identificadas.

7. Beneficiários diretos qualificados nas atividades que dão sustentação à Resemus (900 treinados; 500 qualificados => 100 cadastradores de matrizes (mateiros) ; 200 coletores; 200 em produção de mudas)

7.1. Oficinas de qualificação em cadastramento de matrizes.

7.2. Oficinas de qualificação em escalada associada à coleta de sementes, material botânico, execução de práticas silviculturais em árvores de sombra.

7.3. Oficinas de qualificação produção e manejo de mudas.

7.4. Oficinas de qualificação de técnicas de identificação – mateiro.

7.5. Qualificações em empreendedorismo, gestão de associações e negócios, bem como, em atendimento às necessidades prioritárias identificadas.

8. Eventos de integração, busca de soluções de problemas identificados e de difusão de atividades (10 eventos).

8.1. Realizar seminário de lançamento das atividades da Resemus e de conclusão do projeto.

- 8.2. Realizar encontros técnicos com instituições de pesquisa visando a busca de soluções para problemas identificados no armazenamento, germinação e condução de mudas.
- 8.3. Identificar empreendedores e propostas viáveis de incubação para serem encaminhadas ao Parque Tecnológico do Sul da Bahia (em formação).
- 8.4. Realizar avaliações (auditorias internas e externas) continuamente e de forma participativa, analisando as ações da Rede, seus impactos e ações de continuidade.

9 | CONCLUSÃO

O Território Litoral Sul da Bahia, está integralmente inserido na Região Cacaueira Baiana e sofreu em toda sua magnitude a crise que esta vivenciou nas últimas décadas. A cacauicultura foi a origem do problema, contudo será a sua solução; as alternativas de “saída” estão delineadas e o desafio da retomada do crescimento regional em bases sustentáveis, é enorme, mas é superável. A região dispõe de um sistema de agricultura tropical - o cacau cabruca – que foi e ainda é capaz de proporcionar uma relação harmônica entre homem e a natureza, a qual inspirou a proposta balizadora desta retomada sem comprometimento dos ativos nem serviços ecossistêmicos que a cacauicultura proporciona: Conservação produtiva: cacau por mais 250 anos.

Estimas que mais de 300 mil hectares de cacau sejam cultivados no modelo cabruca. O seu manejo recentemente legalizado (Dec 15.180/2014) demandará mais 18 milhões de mudas de espécies florestais, onde 12 milhões serão de espécies arbóreas nativas. A pouca disponibilidade de sementes e mudas de árvores nobres de origem local para abastecer essa eminente demanda regional, direciona para qualificação de pessoas capazes, em todas as suas etapas, desde a seleção de matrizes, à coleta de sementes e produção de mudas, para atender essa pendência.

Este projeto irá proporcionar as bases necessárias de atendimento desta demanda eminente, possibilitando uma oferta de pelo menos três novos “postos” de trabalho na zona rural: o mateiro, o coletor (escalador de árvore) e o produtor de mudas. Neste aspecto três segmentos sociais serão visivelmente beneficiados contribuindo, o jovem, o gênero (a mulher) e mesmo o portador de deficiência física.

Os resultados diretos mensuráveis será a implantação de uma rede participativa de coletores de sementes e produtores de mudas com mais de 500 profissionais qualificados disponibilizando material botânico (sementes e mudas) certificado de mais de 50 espécies arbóreas nobres, vulneráveis, raras, ameaçadas de extinção e sob forte pressão, bem como, outras espécies de interesse regional; contribuindo dessa forma com a inclusão sócio-produtiva na zona rural e por tanto com desenvolvimento regional em bases sustentáveis.

REFERÊNCIAS

BAIARDI, A. e TEIZEIRA, F. O Desenvolvimento dos Territórios do Baixo Sul e do Litoral Sul da Bahia: a Rota da Sustentabilidade, Perspectivas e Vicissitudes. S.ed. Salvador, 2010, 70 p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Plano territorial de desenvolvimento sustentável – Litoral Sul**. Brasília. DF: MDA/SDT, 2010. 134 p.

BROSE, M. Marco Lógico, Metaplan e ZOPP. Métodos de Planejamento Participativo. GTZ -PRORENDA / RS. S.d. 6 p.

CAMACHO, H., CÁMARA, L., CASCANTE, R., SAINZ, H. El Enfoque del marco lógico: 10 casos prácticos - Cuaderno para la identificación y diseño de proyectos de desarrollo (Acciones de Desarrollo y Cooperación A.D.C). CIDEAL – Fundación , s.d. 237 p.

DELNET. Guia prático para desenhar e formular projetos a nível local. OIT - Centro Internacional de Formação S.d. 127 p.

FARIA, A. A. C.; NETO, P. S. F. **Ferramentas do diálogo – qualificando o uso das técnicas do DRP: diagnóstico rural participativo**. Brasília: MMA; IEB, 2006. 76 p.

GOVERNO FEDERAL DO BRASIL. Relatório Analítico - Projeto: Qualificação da Gestão Territorial e Fortalecimento do Capital Social por Meio da Monitoria e Avaliação das Condições de Vida e da Sustentabilidade no Litoral Sul. Novembro/2011. 35 p.

LOBÃO, D. E.; SETENTA, W. C.; LOBÃO, E. S. P.; CURVELO, K.; VALLE, R. R. Cacau Cabruca sistema agrossilvicultural tropical. In: VALLE, R. R. (Ed.). Ciência, tecnologia e manejo do cacauero. Itabuna: Gráfica e Editora Vital, 2007. p. 290-323.

LOBÃO, D.E.; SETENTA, W.C.; RIOS, F.N.; LOBÃO, E.S. SAF cacau-cabruca do sul da Bahia: abordagem sócioambiental. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 4., 2002, Anais. Ilhéus: Ceplac/Cepec, 2002a. (CD-ROM)

LOBÃO, E.S.; PEREIRA, J.M.; LOBÃO, D.E.; VALLE, R.R.M.; SETENTA, W.C.; CURVELO, K.; CAMPOS, F.S. Diversificação e agregação de renda com pasto cabruca em fazendas de cacau no sul da Bahia. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 7., 2009, Anais. Brasília: 2009. (CD-ROM)

LOBÃO, P.S.P.; OLIVEIRA, A.S.; LOBÃO, E.S. O cacau-cabruca como modelo agroflorestal sustentável: externalidades positivas e negativas do sistema. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 4., 2002, Anais. Ilhéus: Ceplac/Cepec, 2002d. (CD-ROM)

MACEDO. A. C. Produção de Mudas em Viveiros Florestais de espécies nativas. Fundação Florestal, Secretaria do Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo., SP. 2003. 18 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e campos sulinos. Brasília: MMA/SBF, 2000. 40p.

OIT - CENTRO INTERNACIONAL DE FORMAÇÃO , Formas inovadoras de criação de empresas, emprego e renda – Documento de Trabalho de apoio às UD's 4 a 6. Edição 2011 – 2012. 26 p.

PEIXOTO, M.C.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. & CASTRO, G.M. BANCSEME, banco interativo de dados em sementes florestais nativas. *Informativo ABRATES*, p., 1997.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. **Guia prático de colheita de sementes florestais**. Rio de Janeiro, IDACO, 37p., 2000.

RIBEIRO, A. F. R.; OLIVEIRA, C. V. P. G. M. DE; AMORIM, J.; RIBEIRO, O. H. T.; LIMA, R. D.; SANTOS, V. C. L. DOS. Planejamento Estratégico: elaboração, implementação e controle. São Luiz, Maranhão, 2011. 24 p.

RODRIGUES, P. S.; SALVADOR, R. Paisagem, Identidade Territorial e Desenvolvimento Rural: O caso da Beira Interior Sul. Universidade Nova de Lisboa (Mestrado em Gestão do Território: variante em Ambiente e Recursos Naturais). Lisboa (Portugal), s.ed. s.d. 38 p.

SANTANA, S. O. de; SANTOS R. D. dos; GOMES I. A.; JESUS, R. M. de; ARAUJO, Q. R. de; SAMBUICHI, R. H. R. Fitossociologia e diversidade de espécies arbóreas em cacruca (Mata Atlântica raleada sobre plantação de cacau) na região Sul da Bahia, Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, São Paulo v. 16, n. 1, p. 89-101. 2002.

SEI-SEPLANTEC. Estatísticas dos Municípios Baianos – Território de Identidade nº 5 Litoral Sul. Governo do Estado da Bahia - Secretaria do Planejamento - Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia da Salvador-BA v. 4 n. 1 2013. 469 p.

SETENTA, W. & LOBÃO, D.E. Conservação Produtiva: cacau por mais 250 anos por Wallace Setenta e Dan Érico Lobão. Itabuna. BA. 2012. 190p.

SETENTA, W. C.; LOBÃO, D. E.; SANTOS, E. S.; VALLE, R. R. Avaliação do sistema cacaucabruca e de um fragmento de Mata Atlântica. 40 Anos do curso de economia: memória. Ilhéus: Editus, UESC, 2005. p. 605-628.

VAN BELLE J.F.; LOBÃO, D. E.; HERRERA, S. La forêt dense humilde atlantique du Brésil et le système cacaocabruca bahianais. *Parcs & Réserves*, Bruxelles, v. 58, n. 3, p. 22-28, 2003.

VELA. G. Enfoque del marco logico como herramienta para planificacion y gestion de proyectos orientados por objetivos. S.e. 1990. 84 p.

VINHAS, S. G.; SILVA, L. A. M. Árvores aproveitadas como sombreadoras de cacauzeiros no Sul da Bahia e Norte do Espírito Santo. Ilhéus: CEPLAC/CEPEC, 1982. 156 p.

CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS E EXÓTICAS

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 15/07/2020

Fagner Luciano Moreira

Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Aracruz, Gerência de Recursos Naturais, Aracruz – Espírito Santo.
<http://orcid.org/0000-0003-1904-2684>

Elzimar de Oliveira Gonçalves

Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Jerônimo Monteiro – Espírito Santo.
<https://orcid.org/0000-0001-7675-2793>

Marcos Vinicius Wincker Caldeira

Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Jerônimo Monteiro – Espírito Santo.
<https://orcid.org/0000-0003-4691-9891>

Adriano Ribeiro de Mendonça

Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Jerônimo Monteiro – Espírito Santo.
<http://orcid.org/0000-0003-3307-8579>

Rafael Luiz Frinhani Rocha

Universidade Estadual do Norte Fluminense, Núcleo de Desenvolvimento de Insumos Biológicos para a Agricultura, Campos dos Goytacazes – Rio de Janeiro.
<https://orcid.org/0000-0003-4399-5039>

Robert Gomes

Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Jerônimo Monteiro – Espírito Santo
<https://orcid.org/0000-0003-3004-0049>

RESUMO: A análise do crescimento vegetal é o meio mais acessível e preciso para avaliar o crescimento de mudas e a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o seu desempenho nas diferentes condições ambientais a que são submetidos. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi analisar o crescimento inicial de espécies arbóreas nativas e exóticas em talhões demonstrativos. O estudo foi realizado em dez talhões demonstrativos da área experimental do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, localizada no município de Jerônimo Monteiro. O plantio das espécies *Spondias mombin*, *Tectona grandis* E. *grandis*, *E. urophylla* x *E. camaldulensis*, *Anadenanthera macrocarpa* e *Paubrasilia echinata* foi realizado no mês de dezembro de 2010 e *Cedrela fissilis*, *Swietenia macrophylla*, *Swietenia mahagoni* e *Pinus elliottii* foram plantadas em abril de 2011. Foram obtidas medidas da altura, por meio de uma régua de madeira graduada, e diâmetro do colo das mudas, com o auxílio de um paquímetro digital. Foram realizadas quatro medições, de dois em dois meses, entre abril e outubro de 2011. Análise dos dados foi realizada por meio das estatísticas descritivas: média, máximo, mínimo e coeficiente de variação. Com exceção das espécies *E. grandis* e *Swietenia macrophylla* que sofreram ataques de pragas, as demais apresentaram altas taxas de sobrevivência, variando entre 77,27% e 100%. Dentre as espécies plantadas em dezembro de 2010, *E. grandis*, *E. urophylla* x *E. camaldulensis* e *Spondias mombin* apresentaram os maiores incrementos em altura e diâmetro (92,82 cm e

21,01 mm, 143,34 cm e 20,90 mm e 68,14 cm e 32,40 mm, respectivamente). Já dentre as plantadas em abril de 2011, o *Pinus elliottii* se destacou, com um ganho em altura de 17,25 cm e em diâmetro de 8,18 mm.

PALAVRAS-CHAVE: Condições edafoclimáticas, espécies florestais, plantios homogêneos, taxa de sobrevivência.

INITIAL GROWTH OF NATIVE AND EXOTIC TREE SPECIES

ABSTRACT: The analysis of plant growth is the most accessible and accurate way to evaluate the growth of seedlings and the contribution of different physiological processes on their performance in different environmental conditions. The objective of this work was to analyze the initial growth of native and exotic tree species in demonstrative compartments. The study was carried out in 10 demonstrative compartments in the experimental area of the Forest and Wood Science Department at the Federal University of Espírito Santo, located in the municipality of Jerônimo Monteiro. The planting of the species *Spondias mombin*, *Tectona grandis* *E. grandis*, *E. urophylla* x *E. camaldulensis*, *Anadenathera macrocarpa* and *Paubrasilia echinata* took place in december 2010, and *Cedrela fissilis*, *Swietenia macrophylla*, *Swietenia mahagoni* and *Pinus elliottii* were planted in April 2011. The height and the root collar diameter were measured with the aid of a graduated wooden ruler for height and a digital caliper for root collar. There were four measurements, every two months, between April and October 2011. To analyze the data, descriptive statistical analysis was used, through the mean, maximum and minimum values and coefficient of variation. With the exception of *E. grandis* and *Swietenia macrophylla*, which suffered pest attacks, the others species showed high survival rates, ranging between 77.27% and 100%. Among the species planted in December 2010, *E. grandis*, *E. urophylla* x *E. camaldulensis* and *Spondias mombin* showed the greatest gains in height and root collar diameter (92.82 cm and 21.01 mm, 143.34 cm and 20.90 mm and 68.14 cm and 32.40 mm respectively). Among those planted in April 2011, *Pinus elliottii* stood out, with a gain in height of 17.25 cm and a root collar diameter of 8.18 mm.

KEYWORDS: Edaphoclimatic conditions, forest species, homogeneous planting, survival rate.

1 | INTRODUÇÃO

De acordo com o Relatório de Avaliação Global dos Recursos Florestais (FAO, 2020), 93% da área de florestas em todo o mundo são compostos por florestas nativas e 7% por florestas plantadas. Ainda segundo este relatório, o Brasil apresenta a segunda maior área de florestas, com 497 milhões de hectares, atrás apenas da Rússia, com 815 milhões de hectares.

As regiões Nordeste, Sul e Sudeste, onde estão concentrados 85% da população brasileira, foram as mais atingidas por desmatamentos provocados pelas necessidades de urbanização e crescimento econômico. Ocupadas originalmente pela Floresta Atlântica, pela Caatinga e pelos Campos Sulinos, a vegetação nativa remanescente nessas regiões está protegida, sendo a exploração legal restrita aos reflorestamentos.

A população dessas regiões vive hoje os reflexos deste erro cometido, sofrendo consequências como os deslizamentos de terra, a redução de água potável, problemas de saúde causados pela poluição e áreas desertificadas. É, portanto, necessário que se realize o plantio de florestas, seja para preservação e melhoria do equilíbrio ambiental e/ou para produção. Indiretamente, o plantio de florestas para fins comerciais apresenta grande contribuição na preservação, diminuindo a pressão sobre as florestas nativas, sem contar os ganhos socioeconômicos.

Na década de 60, deu-se início a uma prática que mudou o setor florestal, que foi o plantio de espécies exóticas. A partir desse fato, foram realizados diversos trabalhos de adaptação e melhoramento dessas espécies, sendo atualmente as principais espécies encontradas em plantios comerciais. Com disso, os plantios florestais do Brasil vêm alcançando excelentes níveis de produtividade se comparado aos outros países. Isso prova a grande vocação florestal que o Brasil possui e que pode ser explicada pelos fatores climáticos e edáficos e pelas técnicas silviculturais utilizadas, consideradas para algumas espécies, como as do gênero *Eucalyptus*, as mais bem desenvolvidas do mundo (SILVA, et al., 2010).

O Brasil é detentor de uma grande diversidade de espécies florestais, mas são escassas as informações quanto a dinâmica de crescimento, a adaptabilidade, taxa de sobrevivência inicial e as exigências principais da maioria das espécies em condições de campo. Considerando esta prerrogativa, é válido salientar a importância da avaliação da fase inicial do crescimento de plantas no campo. Essa análise pode ajudar na seleção de espécies com potencial para serem implantadas, por meio de plantios em sistema de monocultivo, em novas áreas que ainda não foram comprovadas o seu potencial para silvicultura dessas espécies.

A indicação de espécies nativas promissoras e potenciais, que sirvam como alternativas ao reflorestamento, em muitos casos está limitada a insuficiência de informações sobre o comportamento silvicultural (Rêgo, 2002). A literatura pertinente apresenta apenas informações parciais sobre elas, restritas a descrição da espécie, sua importância, área de ocorrência natural, fenologia e característica da semente. A silvicultura de espécies nativas carece de informações básicas, as quais são de fundamental importância para a compreensão do comportamento das plantas, e sua indicação para uso qual seja a finalidade. Esses estudos também devem ser aplicados a espécies exóticas, que despontam como alternativas para uso comercial.

Diversas espécies exóticas no Brasil apresentam grande importância na produção de madeira, sobretudo as espécies do gênero *Pinus* e *Eucalyptus*. Detêm-se, portanto, muitas informações a respeito das mesmas. Contudo, é importante a realização de pesquisas, buscando aumentar cada vez mais essas informações, principalmente em regiões onde seu potencial de produção ainda é desconhecido, e otimizar a utilização da madeira dessas espécies. Dessa forma, torna-se necessário a condução de estudos sobre espécies nativas e exóticas com potencial para programas de reflorestamento.

Estudos relacionados a testes de aptidão de espécies a determinados ambientes, tratos iniciais, manejo e melhoramento genético das plantas são importantes para o setor florestal em caráter conservacionista. Os resultados desses estudos podem ser traduzidos em melhorias de produtividade em reflorestamentos e proporcionam aumento do número de espécies florestais que podem ser exploradas. Além disso, no ponto de vista econômico, as florestas plantadas geram milhões de empregos diretos e indiretos e, o que tende a aumentar gradativamente à medida que aumenta a área plantada e a eficiência de produção no setor do Brasil. A partir desta contextualização, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o crescimento inicial de espécies nativas e exóticas em talhões demonstrativos em Jerônimo Monteiro, Espírito Santo.

2 | METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área

Os talhões demonstrativos foram implantados na área experimental do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira/CCAUE-UFES localizada no município de Jerônimo Monteiro, ES, às margens da Rodovia Federal 482, que liga o município ao de Alegre (Figura 1).

O clima da região é quente e úmido, precipitação média anual de 1200mm/ano, apresentando estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca; a temperatura média anual é de 23°C (INCAPER, 2011). A maior parte do relevo da área experimental caracteriza-se por ser plano, estando todos os talhões avaliados localizados nessa condição.

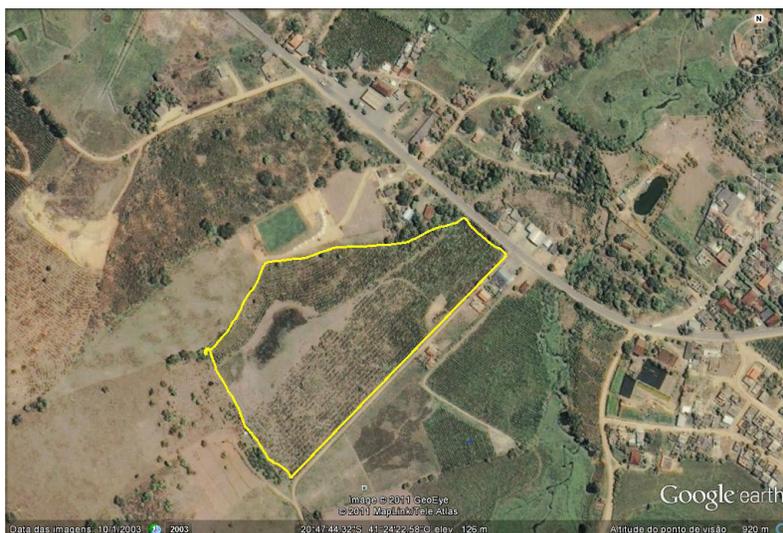


Figura 1. Localização da área experimental em destaque no polígono – Área experimental do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira/CCAUE-UFES, Jerônimo Monteiro, ES.

Fonte: Software Google Earth.

2.2 Implantação dos talhões demonstrativos e tratos culturais

O plantio das mudas de *Spondias mombin* L., *Tectona grandis* L. f., *E. grandis* W. Hill., *E. urophylla* x *E. camaldulensis*, *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan e *Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis foi realizado no mês de dezembro de 2010; e *Cedrela fissilis* Vell., *Swietenia macrophylla* King, *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. e *Pinus elliottii* Engelm. foram plantadas em abril de 2011. Cada talhão tem 336 m², com dimensões de 21 x 16 m². O plantio das mudas foi realizado com espaçamento 3 x 2 m².

Foi realizado o combate a formigas utilizando iscas formicidas à base de Fipronil, previamente e após a implantação dos talhões. O combate de plantas invasoras foi realizado periodicamente com o uso de herbicida e capina manual. A adubação de base foi feita com o NPK 04-14-08 e Super Fosfato Simples (50% de cada adubo) aplicando 200g por cova de 30 x 30 x 30 cm. Após quatro meses de plantio foi realizada adubação de cobertura com 100 gramas de sulfato de amônio e 100 gramas de cloreto de potássio por cova.

2.3 Coleta de dados de altura e diâmetro do colo das mudas analisadas

Foram obtidas medidas da altura, por meio de uma régua de madeira graduada, e diâmetro do colo das mudas, com o auxílio de um paquímetro digital da altura e diâmetro do colo, com o auxílio de régua de madeira graduada em cm para a medição da altura e paquímetro digital para a medição do diâmetro do colo (mm). Foram realizadas quatro medições entre os meses de abril de 2011 e outubro de 2011, em intervalos de dois meses.

2.4 Análise dos dados

Para análise dos dados, fez-se o cálculo das seguintes estatísticas descritivas: média, máximo, mínimo, desvio padrão e coeficiente de variação para as variáveis diâmetro e altura. Para esses cálculos, as plantas mortas foram desconsideradas. A análise do comportamento das espécies com relação ao incremento em altura e diâmetro foi conduzida dividindo essas variáveis em três intervalos de classes: inferior, intermediário e superior (Tabela 1).

Classe	Critério
Inferior	$X \leq \bar{X} - \sigma_X$
Média	$\bar{X} - \sigma_X < X \leq \bar{X} + \sigma_X$
Superior	$X > \bar{X} + \sigma_X$

Tabela 1 – Critérios para divisão de classes de altura e diâmetro do colo das mudas das espécies analisadas, em que: X = altura (cm) ou diâmetro do colo (cm) das mudas; \bar{X} = média aritmética de X (cm); σ_X = desvio padrão de X (cm).

Para a verificação da sobrevivência das plantas, utilizou-se o cálculo da taxa de sobrevivência:

$$S_{\%} = 100 \left(\frac{N - n}{N} \right)$$

Em que: $S_{\%}$ = Sobrevivência da espécie (%); N : número de indivíduos plantados da espécie; n = número de plantas mortas da espécie.

A sobrevivência das plantas foi avaliada em cada medição, sendo acumulativa até a quarta e última medição. Para fins de discussão, será concentrada atenção nos resultados, obtidos na 4ª avaliação de altura e diâmetro, uma vez que, de modo geral, aqueles obtidos na última avaliação mantiveram as mesmas tendências observadas nos demais tempos. A discussão acerca das variáveis mensuradas foi realizada separadamente em dois grupos: Grupo 1 - espécies plantadas em dezembro de 2010 e, Grupo 2 - espécies plantadas em abril de 2011.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise de sobrevivência de espécies florestais

Analisando os resultados da Tabela 2, onde são apresentados os resultados de sobrevivência das espécies dos grupos 1 e 2, observou-se que houve diferenças expressivas na sobrevivência das espécies florestais avaliadas. Isto indica a ocorrência de diferentes potenciais de adaptação. Tal fato evidencia a existência da relação entre sítio e espécie, com diferentes respostas da espécie ao local de plantio.

Espécie	Sobrevivência (%)			
	Grupo 1			
	120 dias	180 dias	240 dias	300 dias
E. grandis	93,8	74,5	70,4	65,3
E. urophylla x E. camaldulensis	100,0	93,4	91,7	90,3
Tectona grandis	94,3	94,3	94,3	94,3
Spondias mombin	100,0	100,0	100,0	100,0
Anadenanthera macrocarpa	94,3	81,8	81,8	77,3
Paubrasilia echinata	96,4	95,2	92,9	92,3
	Grupo 2			
	0 dias	60 dias	120 dias	180 dias
Pinus elliottii	100,0	95,7	95,7	95,7
Swietenia mahagoni	88,5	83,3	79,2	78,1

<i>Cedrella fissilis</i>	97,4	97,4	89,6	88,3
<i>Swietenia macrophylla</i>	97,4	76,6	70,0	70,01

Tabela 2 - Sobrevivência de espécies exóticas e nativas, analisadas em quatro medições após o plantio, em talhões demonstrativos em Jerônimo Monteiro, ES.

Das espécies plantadas em dezembro de 2010, *Spondias mombin*, *Tectona grandis* e *Paubrasilia echinata* apresentaram as maiores taxas de sobrevivência após a última medição, respectivamente 100%, 94,28% e 92,86% e *Pinus elliottii* e *Cedrela fissilis* entre as plantadas em abril, respectivamente 95,7% e 88,33%. Possivelmente, parte deste resultado deve-se ao fato de que as mudas dessas espécies quando levadas a campo para o plantio já se encontravam bem desenvolvidas se comparadas às demais, o que favorece o estabelecimento inicial das mesmas no local em situações de estresse.

Considerando a *Paubrasilia echinata*, este valor de sobrevivência pode ser explicado por sua tendência em crescer em locais com níveis mais baixos de sombreamento, apesar de ser uma espécie clímax, como comprovado por Aguiar et. al (2005). Estes autores, estudando os efeitos do sombreamento sobre essa espécie, concluíram que as plantas em pleno sol obtiveram melhores resultados.

O potencial de estabelecimento de espécies florestais, avaliado por meio da de sobrevivência, expressa a capacidade de adaptação e o vigor das mudas, diante das reais condições ecológicas observadas no campo pós-plantio definitivo. São sob as diferentes condições de campo que, normalmente, as mudas de espécies florestais diferem em suas expressões fenotípicas, as quais retratam fielmente as magnitudes e efeitos das interações genótipo/ambiente (Macedo et al., 2002).

Apesar do controle de formigas realizado antes dos plantios, parte dos talhões foi atacada, ocasionando a morte de algumas plantas. Os talhões mais afetados pelas formigas foram os de *E. grandis* e *Swietenia macrophylla*.

3.1.1 ANÁLISES DO CRESCIMENTO EM ALTURA E DIÂMETRO DO COLO DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS

A análise estatística descritiva dos dados mostrou bom desenvolvimento em altura e diâmetro dos indivíduos representantes de cada espécie em seu respectivo talhão (Tabelas 3 e 4).

Espécie	Mín. (cm)	Max. (cm)	Média (cm)	Coefficiente de Variação (%)
<i>E. grandis</i>	35	252	130	39,2
<i>E. urophylla</i> x <i>E. camaldulensis</i>	71	294	183	30,9
<i>Pinus elliottii</i>	18	82	50	23,0
<i>Tectona grandis</i>	19	63	38	30,5
<i>Spondias mombin</i>	46	220	122	31,3
<i>Swietenia mahagoni</i>	14	43	28	21,7
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	40	235	117	34,2
<i>Cedrella fissilis</i>	53	112	80	19,1
<i>Swietenia macrophylla</i>	41	91	69	11,8
<i>Paubrasilia echinata</i>	31	121	61	28,2

Tabela 3 – Resultado para altura de mudas das espécies florestais plantadas em talhões demonstrativos, aos 180 dias após a 1ª medição.

Espécie	Mín. (mm)	Máx. (mm)	Média (mm)	Coefficiente de Variação (%)
<i>E. grandis</i>	8	49	25	43,7
<i>E. urophylla</i> x <i>E. camaldulensis</i>	7	42	25	32,
<i>Pinus elliottii</i>	6	22	14	23,9
<i>Tectona grandis</i>	3	31	18	28,7
<i>Spondias mombin</i>	9	76	45	30,5
<i>Swietenia mahagoni</i>	3	15	8	21,5
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	5	34	16	45,7
<i>Cedrela fissilis</i>	8	27	17	25,3
<i>Swietenia macrophylla</i>	6	18	13	20,9
<i>Paubrasilia echinata</i>	7	17	10	19,8

Tabela 4 – Resultados para o diâmetro das espécies florestais plantadas em talhões demonstrativos aos 180 dias após a 1ª medição.

Das espécies do Grupo 1 (*E. grandis*, *E. urophylla* x *E. camaldulensis*, *Paubrasilia echinata*, *Tectona grandis*, *Spondias mombin* e *Anadenanthera macrocarpa*), as que apresentaram maiores altura e diâmetro foram *E. grandis*, *E. urophylla* x *E. camaldulensis* e *Spondias mombin*. Essas tiveram o maior incremento em altura e diâmetro, sendo: *E. grandis* 92,82 cm e 21,01 mm; *E. urophylla* x *E. camaldulensis* 143,34 cm e 20,90 mm; *Spondias mombin* 68,14 cm e 32,40 mm, respectivamente. O rápido crescimento é uma

característica em comum dessas espécies, o que foi expresso também nas condições dos talhões demonstrativos em que foram plantadas em Jerônimo Monteiro.

Anadenanthera macrocarpa, por ser uma espécie nativa pioneira de rápido crescimento, também apresentou expressivos valores de altura e diâmetro do colo médios, assim como incrementos em altura e diâmetro do colo (48,07 cm e 9,20 mm, respectivamente). Antezana (2008), estudando o crescimento inicial desta mesma espécie sobre condições de adubação e roçagem encontrou 35 cm em altura e 7,87 mm em diâmetro no período de 12 meses. As espécies *Paubrasilia echinata* e *Tectona grandis* apresentaram valores inferiores aos discutidos anteriormente. *Tectona grandis*: 13,54 cm e 7,31 mm; *Paubrasilia echinata*: 48,07 cm e 3,24 mm.

O talhão de *E. urophylla* x *E. camaldulensis* foi o único constituído por indivíduos provenientes de clonagem, e esperava-se que resultados mais uniformes. Entretanto, observou-se alta heterogeneidade para os padrões de clones, ficando seu coeficiente de variação em torno de 30,99% para a altura e 32,51% para o diâmetro, bem próximo aos encontrados para o talhão de *E. grandis*, proveniente de sementes. O motivo deste resultado possivelmente deve-se às características variáveis do sítio e/ou ataque de algumas pragas.

Das espécies do grupo 2 (*Cedrela fissilis*, *Pinus elliottii*, *Swietenia mahagoni* e *Swietenia macrophylla*), o *Pinus elliottii* foi a espécie que se destacou, com um incremento em altura de 17,25 cm e em diâmetro de 8,18 mm. Observa-se, no entanto, que neste grupo não houve diferença expressiva no crescimento das espécies, sendo a que menos cresceu em altura apresentou um incremento de 8,54 cm (*Cedrela fissilis*) e a que menos cresceu em diâmetro teve 4,80 mm de incremento (*Swietenia mahagoni*). A visualização da diferença de crescimento em altura e diâmetro entre as espécies neste período de avaliação torna-se mais visível ao analisarmos as figuras 2 e 3, contendo comparativamente os gráficos das médias das espécies em função do tempo, o que dá uma boa noção do comportamento de cada uma.

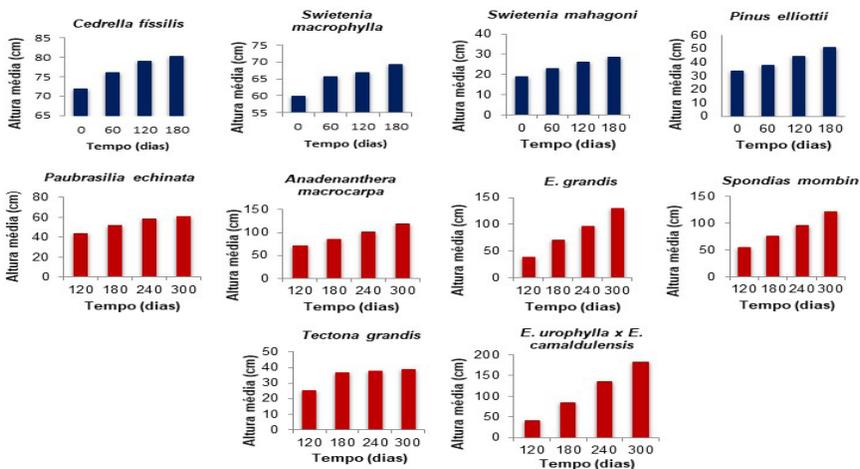


Figura 2. Média da altura das espécies ao longo do tempo (avaliação). ■ = 180 dias. ■ = 300 dias.

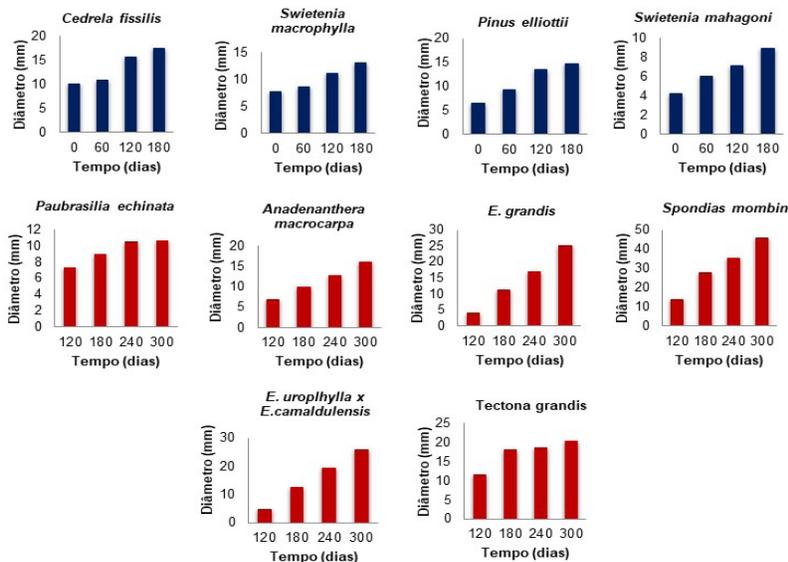


Figura 3. Média dos diâmetros das espécies ao longo do tempo (avaliação). ■ = 180 dias. ■ = 300 dias.

3.2 Classes de altura e diâmetro

Por meio de intervalos de classe predeterminados (inferior, intermediário e superior), foi observado variação de altura e diâmetro, por meio do número de plantas presentes (Figura 4). No entanto, o comportamento foi padrão para todas as espécies. No tempo 1 (avalição aos 120 dias), o maior número de indivíduos concentrou-se nas classes 1 e 2;

em algumas espécies a classe 3 não apresentou nenhum indivíduo. No tempo 2 (avaliação aos 180 dias), o número de plantas na classe 1 diminuiu, gerando ingresso na classe 2 e menor número na classe 3. No tempo 3 (avaliação aos 240 dias), a frequência de plantas foi reduzida na classe 1, ao passo que nas classes 3 e 4 ocorre ingresso. Por fim, no tempo 4 (avaliação aos 300 dias), ocorre repetiu-se o padrão observado no tempo anterior, com a diferença de que o ingresso na classe 4 é maior.

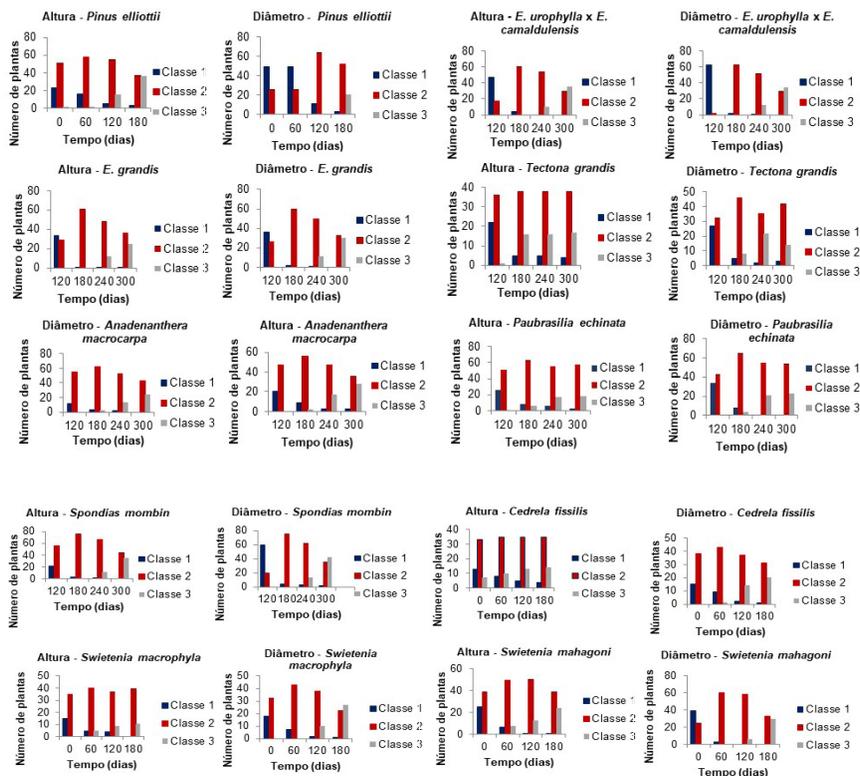


Figura 4. Classes de altura e diâmetro em função do tempo (avaliação) após o plantio.

4 | CONCLUSÕES

A taxa de sobrevivência foi alta para as espécies analisadas, com exceção do *E. grandis* e da *Swietenia macrophylla*, que foram severamente atacados por pragas. Em relação ao crescimento, os melhores resultados foram observados no híbrido *E. urophylla* x *E. camaldulensis*, *E. grandis*, *Spondias mombin* e o *Pinus elliottii*. Para o talhão de *E. urophylla* x *E. camaldulensis* observou-se alta heterogeneidade para os padrões de clones. Com base nos resultados obtidos sugere a necessidade de maior tempo de monitoramento das variáveis analisadas. Com a confirmação dos resultados deste estudo, pode-se

estabelecer protocolos de tratos silviculturais a serem tomados para o melhor crescimento das espécies nativas e exóticas analisadas em Jerônimo Monteiro, Espírito Santo.

REFERÊNCIAS

Aguiar, F. A. et al. **Germinação de sementes e formação de mudas de *Caesalpinia echinata* Lam. (Pau-Brasil): efeito de sombreamento.** Revista *Árvore*, Viçosa: v. 29, n. 6, 2005, p. 871-875.

Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas – ABRAF. **Anuário Estatístico da ABRAF 2011.** Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas.asp>>. Acesso em: 06 de setembro de 2011.

Baena, E. de S. **Aspectos econômicos, sociais e ambientais da cultura de *Eucalyptus spp.*** Revista Conhecimento Interativo, São José dos Pinhais: v. 1, n. 1, 2005, p. 3-9.

Edward, G. F.; Watson, G. D. ***Swietenia mahagoni*.** (Informativo Técnico, 608). 1994. Disponível em: <<http://hort.ufl.edu>>. Acesso em 25 set. 2011.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no estado de Santa Catarina.** Brasília, Departamento de Difusão de Tecnologia, 1988. 113p.

Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura – FAO. **Relatório de Avaliação Global dos Recursos Florestais – FRA.** 2020. Disponível em: www.fao.org/forest-resources-assessment. Acesso em 04 jul. 2020.

Felippe, G. M. Desenvolvimento. In: Ferri, M. G. **Fisiologia vegetal.** São Paulo. EPU, 1985, p. 1-37.

Instituto Capixaba De Pesquisa E Extensão Rural – INCAPER. **Programa de assistência técnica e extensão rural - PROATER.** 2011. Disponível em: <<http://www.incaper.es.gov.br>>. Acesso em: 09 set. 2011.

Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF. **Recomposição da Vegetação com Espécies Arbórea Nativas em Reservatórios de Usinas Hidrelétricas da Cesp.** Piracicaba: v. 8, n. 25, 1992, p. 1-43.

Lacerda, C. F. et al. **Fisiologia vegetal.** Ceará, CE: UFCE. 2007.

Lorenzi, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas no Brasil.** 4. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002, 368 p.

Lorenzi, H. **Árvores exóticas no Brasil: Madeiras, Ornamentais e Aromáticas.** Nova Odessa, SP: Instituto Plantarium de Estudos da Flora, 2003, 367 p.

Lucchesi, A. A. **Utilização prática da análise quantitativa do crescimento vegetal.** In: Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz - ESALQ”, Piracicaba, 1985, p. 401-428.

Macedo, R. L. G. et al. **Dinâmica de Estabelecimento de *Tectona grandis* L.f. (Teca) Introduzida em Cafezal na Região de Lavras – MG.** Brasil Florestal, Brasília, n. 73, 2002, p. 31-38.

Magalhães, A. C. N. **Análise quantitativa do crescimento**. In: Ferri, M. G. Fisiologia vegetal 1. São Paulo: EPU, cap. 8, 1979, p. 331-350.

Rêgo, G. M. **Ecofisiologia do Jequitibá-Rosa e do Jacarandá-da-Bahia: morfogênese, germinação e crescimento inicial**. Scientia Agraria, v. 3, n. 1-2, 2002, p. 113-132.

Reis, G. G.; Muller, M. W. **Análise de crescimento de plantas - mensuração do crescimento**. Belém, CPATU. 1978. 35p.

Silva, I. C.; Beltrão, N. E. M.; Amorim Neto, M. S. **Análise de crescimento de comunidades vegetais**. Campina Grande: EMBRAPA-CNAPA. 2000. 47 p.

Silva, A. G. et al. **Qualidade de Mudas de Essências Florestais**. In: Tópicos em Ciências Florestais. Alegre-ES. 2010. p. 83-102.

Sociedade Brasileira De Silvicultura – SBS. **Silviculture-se**. São Paulo, out. 2007. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br>>. Acesso em: 10 set. 2020.

Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura – FAO. **Relatório de Avaliação Global dos Recursos Florestais – FRA**. 2020 Disponível em: www.fao.org/forest-resources-assessment. Acesso em 04 jul. 2020.

CAPÍTULO 18

DESENVOLVIMENTO SILVICULTURAL DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM RESPOSTA À ADUBAÇÃO FOSFATADA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 14/07/2020

Renato Silva Kunz

Engenheiro Florestal
Vitória – Espírito Santo
<https://orcid.org/0000-0001-6032-3168>

Marcos Vinicius Wincker Caldeira

Universidade Federal do Espírito Santo,
Departamento de Ciências Florestais e da
Madeira
Jerônimo Monteiro – Espírito Santo
<https://orcid.org/0000-0003-4691-9891>

Elzimar de Oliveira Goncalves

Universidade Federal do Espírito Santo,
Departamento de Ciências Florestais e da
Madeira
Jerônimo Monteiro – Espírito Santo
<https://orcid.org/0000-0001-7675-2493>

Paulo Henrique de Souza

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais
Rio Pomba – Minas Gerais
<https://orcid.org/0000-0003-1932-8949>

William Macedo Delarmelina

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Espírito Santo
Ibatiba – Espírito Santo
<https://orcid.org/0000-0001-9347-9441>

Robert Gomes

Universidade Federal do Espírito Santo,
Departamento de Ciências Florestais e da
Madeira
Jerônimo Monteiro – Espírito Santo
<https://orcid.org/0000-0003-3004-0049>

Rafael Luiz Frinhan Rocha

Universidade Estadual do Norte Fluminense,
Núcleo de Desenvolvimento de Insumos
Biológicos para a Agricultura. Campos dos
Goytacazes – Rio de Janeiro.
<https://orcid.org/0000-0003-4399-5039>

RESUMO: Avaliou-se neste trabalho o efeito da adubação fosfatada, aplicada na cova de plantio, sobre o desenvolvimento silvicultural de *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg e *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby, aos 44 e 45 meses de idade, respectivamente. O experimento foi montado em junho de 2011, em uma área destinada a pesquisa científica pertencente ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES/Alegre, localizado no distrito de Rive, município de Alegre-ES. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, sendo três blocos e cinco tratamentos. Os tratamentos foram constituídos de diferentes doses de fósforo: T01 – testemunha; T02 – 27g/ cova; T03 – 47g/cova; T04 – 67 g/cova; T05 – 87 g/cova, de P₂O₅, proveniente do fertilizante Superfosfato Simples. Os parâmetros avaliados foram a altura total (Ht) e diâmetro a 1,30 m do solo (DAP), para ambas as espécies, além de altura comercial (Hc) para *S. parahyba* var *amazonicum*. A partir

destes dados foram calculados a área basal, volume total cilíndrico, volume comercial, e o índice de sobrevivência. Os dados foram submetidos a análise de variância e regressão, ao nível de 5% de probabilidade. Foi utilizado o software Assitat, versão 7.7 beta, para auxiliar nas análises estatísticas. Concluiu-se que o desenvolvimento silvicultural de *A. peregrina*, até aos 44 meses, e de *S. parahyba* var *amazonicum*, até os 45 meses, não foram afetados pelas doses de fósforo aplicados na cova, nos parâmetros altura, diâmetro, área basal, volume e sobrevivência.

PALAVRAS-CHAVE: Leguminosas arbóreas, fósforo, crescimento inicial.

SILVICULTURAL PERFORMANCE OF LEGUMINOUS TREES IN RESPONSE TO PHOSPHATE FERTILIZATION

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the effect of phosphate fertilization applied in the planting pit, on the silvicultural performance of *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg and *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby, at 44 and 45 months old, respectively. The experiment was set up in June 2011, in a scientific research area owned by the Federal Institute of Education Science and Technology of Espírito Santo - IFES / Alegre, located in Rive district, municipality of Alegre-ES, Brazil. The experimental design was randomized blocks, with three blocks and five treatments. The treatments consisted of different doses of phosphorus: T01 - control; T02 - 27g/pit; T03 - 47g/pit; T04 - 67 g/pit; T05 - 87 g/pit, P_2O_5 , from the Single Superphosphate fertilizer. The evaluated parameters were the total height (Ht) and diameter at 1.30 m from the ground (DBH), for both species, as well as commercial height (Hc) for *S. parahyba* var *amazonicum*. Based on these data, the basal area, total cylindrical volume, commercial volume, and survival rate were calculated. The data were submitted to analysis of variance and regression, at the level of 5% of probability. Assitat software, 7.7 beta version, was used to assist in statistical analysis. It was concluded that the silvicultural performance of *A. peregrina*, until 44 months, and *S. parahyba* var *amazonicum*, until 45 months, were not affected by the phosphorus doses applied in the pit, in the parameters height, diameter, basal area, volume and survival.

KEYWORDS: Leguminous trees, phosphorus, initial growth.

1 | INTRODUÇÃO

A grande maioria dos solos das regiões tropicais e subtropicais apresentam avançado estágio de intemperização, devido aos altos índices pluviométricos e térmicos. Os minerais de argila mais comuns, na maioria desses solos, são a caulinita e óxidos de Fe e Al. Com essa composição mineralógica, as reservas de nutrientes são escassas, além desses mesmos minerais causarem a alta fixação do fósforo no solo que compete pela disponibilidade deste nutriente com a planta (GONÇALVES e BENEDETTI, 2000).

O fósforo é um nutriente essencial para a planta, um componente do material genético do núcleo celular. As células não podem se dividir a menos que haja fósforo na quantidade adequada (bem como outros constituintes vitais). Consequentemente, a deficiência de fósforo pode causar atraso da maturidade fisiológica, sistema radicular reduzido e secamento das sementes (TROEH e THOMPSON, 2007).

Desta forma, muitas vezes é necessário utilizar a adubação para o fornecimento deste e de outros nutrientes necessários para o desenvolvimento da planta. Para que a adubação seja dimensionada de forma correta, é imprescindível o conhecimento da demanda nutricional das espécies utilizada, principalmente tratando-se de espécies leguminosas arbóreas, que contam com pouca informação disponível (ALVARADO et al. 2018).

Tanto *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg (angico) quanto o *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (paricá) são leguminosas arbóreas de ocorrência no território brasileiro, com potencial de produção em escala industrial, mas que ainda carecem de estudos aprofundados, como manejo adequado e exigências nutricionais das espécies. No presente estudo, testou-se a hipótese de que maiores doses de P na cova de plantio proporcionam maior crescimento da parte aérea de ambas as espécies estudadas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento

O experimento foi implantado em área pertencente ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES/Alegre, no âmbito do Programa denominado “Floresta Piloto”, localizado em Rive, distrito do município, dentre as coordenadas geográficas 20° 46’ 24” de latitude sul e 41° 27’ 20” de longitude oeste de Greenwich (Figura 1).

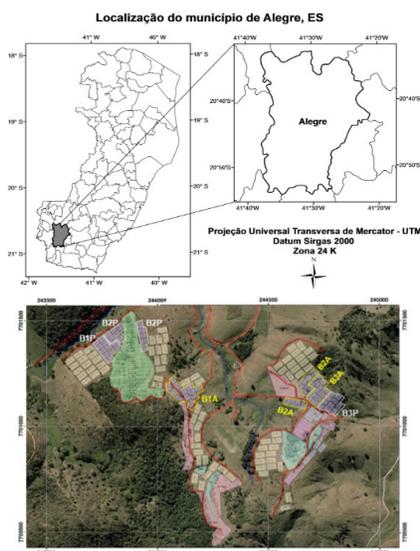


Figura 1 - Localização da área de estudo no município de Alegre (distrito de Rive), Espírito Santo.

2.2 Implantação do experimento

As mudas de angico e paricá foram produzidas por via seminal, no viveiro da Reserva Natural Vale, em Linhares-ES. O plantio foi realizado no mês de junho de 2011. O tamanho das covas foi de 30 x 30 x 30 cm para o angico e 40 x 40 x 40 cm para o paricá. Todas as covas foram adubadas no momento do plantio, incorporando o fertilizante ao substrato de preenchimento das covas de acordo com os tratamentos estabelecidos. Estão dispostos na Tabela 1 as diferentes quantidades de superfosfato simples e doses de P_2O_5 aplicados por cova conforme os tratamentos.

Tratamentos	Superfosfato Simples (g.cova ⁻¹)	Doses de P_2O_5 (g.cova ⁻¹)
T01	0	0
T02	150	27
T03	260	47
T04	370	67
T05	480	87

Tabela 1. Diferentes quantidades de fósforo e doses de P_2O_5 aplicados por cova.

O experimento foi implantado na forma de blocos casualizados, com cinco tratamentos e três repetições, totalizando 15 unidades amostrais para cada espécie. As dimensões de cada unidade amostral foram de 33 x 24 m² cada uma, no caso do angico e de 30 x 21 m² para o paricá. Para ambas as espécies o espaçamento utilizado no plantio foi de 3 x 3 m². Os tratamentos basearam-se em doses de fósforo obtidos a partir do fertilizante Superfosfato Simples, que possui em sua constituição 18% de P_2O_5 .

As coletas de solos foram feitas pela Empresa Vale em outubro de 2010. Para cada bloco, retirou-se 3 amostras de solo nas profundidades de 0 a 20cm e 20 a 40 cm, posteriormente encaminhadas para as análises laboratoriais. A análise química foi feita no laboratório de Recursos Hídricos do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, da Universidade Federal do Espírito Santo. Na Tabela 2 estão expostos o resultado das análises química dos solos onde foram implantados os plantios de angico e paricá.

A. peregrina

Bloco	Prof (cm)	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	MO	T	SB	V	m
		H ₂ O	mg/dm ³			cmol _c /dm ³			g/kg	cmol _c /dm ³		%	
B1	0-20	5,6	1,8	43,0	2,1	1,0	0,0	2,5	14,4	5,7	3,2	57,0	0,8
	20-40	5,7	1,9	37,7	2,2	1,0	0,0	1,8	11,9	5,1	3,3	63,7	0,0
B2	0-20	5,9	1,7	130,0	2,6	1,8	0,0	2,9	22,8	7,7	4,7	61,5	0,0
	20-40	5,8	2,2	57,7	2,7	1,6	0,0	1,5	9,5	6,0	4,5	74,9	0,0
B3	0-20	6,2	1,9	153,0	3,9	2,7	0,0	3,0	23,5	10,0	7,0	68,2	0,0
	20-40	6,0	2,5	70,0	5,1	3,3	0,0	1,8	7,3	10,4	8,6	80,5	0,0

S. parahyba var. amazonicum

Bloco	Prof (cm)	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	MO	T	SB	V	m
		H ₂ O	mg/dm ³			cmol _c /dm ³			g/kg	cmol _c /dm ³		%	
B1	0-20	5,6	1,6	68,7	1,2	1,0	0,1	2,4	14,1	4,8	2,4	49,5	2,5
	20-40	5,3	2,0	41,7	0,9	0,9	0,2	2,1	11,5	4,8	1,9	46,5	11,5
B2	0-20	5,5	2,0	53,0	1,6	0,8	0,0	2,8	17,7	5,4	2,6	48,0	1,6
	20-40	5,6	2,2	33,7	1,4	0,7	0,0	2,0	12,6	4,2	2,2	52,5	0,9
B3	0-20	6,1	2,6	57,0	5,4	2,2	0,0	2,8	22,7	10,6	7,8	73,5	0,0
	20-40	6,2	3,5	30,3	6,8	2,1	0,0	1,9	9,2	11,0	9,1	82,9	0,0

Tabela 2 - Resultado das análises química do solo para *A. peregrina* e *S. parahyba var. amazonicum*.

Fonte: Adaptado do Arquivo do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre.

Autor: Professor Doutor João Batista Pavesi Simão (2010, dados não publicados) adaptado.

O tipo de solo varia de acordo com a localização dos plantios e das parcelas experimentais, como classificado pelo Professor Rubens de Oliveira Barbosa, em 1984 e atualizado pelo Professor do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), *campus* Alegre, João Batista Pavesi Simão em 2009. Foi classificado como Cambissolo Háplico eutrófico nos blocos 2 e 3 e Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico no bloco 1. No paricá, foram identificados Cambissolo Háplico eutrófico no bloco 3 e Latossolo Vermelho Amarelo distrófico nos blocos 1 e 2.

2.3 Coleta de dados

Um inventário florestal dos plantios de angico e de paricá, que receberam os tratamentos com doses de fósforo adicionadas à cova de plantio, foi realizado no período de fevereiro a março de 2015. Por critério, foram mensuradas apenas as árvores internas de cada tratamento, excluindo as árvores que sofreram efeitos de borda, sendo então 50

árvores em cada unidade experimental de angico, total de 750 arvores e 40 árvores em cada unidade experimental do paricá, total de 600 arvores.

Para a medição da variável altura, foi utilizada a mira telescópica para o angico, realizando medições de altura total, e o aparelho Suunto modelo PM-5 15/20 para o paricá, que possibilitou as medições de altura total e altura comercial, visto que a espécie possui crescimento monopodial e seu volume aproveitável de madeira (volume comercial) pode ser estimado.

A circunferência do fuste a 1,30 m de altura do solo (CAP) das árvores de ambas as espécies foi medida com o auxílio de uma fita métrica. Posteriormente o CAP foi transformado em DAP, dividindo os valores por 3,14 (π). Essa transformação fez-se necessária para que os dados fossem melhor comparados com outros trabalhos.

Muitas árvores encontravam-se quebradas ou morreram na fase de muda, deixando a linha de plantio descontínua. Assim, essas foram tratadas como mortas ao realizar os cálculos de índice de sobrevivência, área basal, volume, altura e diâmetro, pois considerou-se que tenham perdido o valor comercial, além de gerar falsos resultados estatísticos nos aspectos dendrométricos.

Utilizando altura e DAP (Equação 1) calculou-se a área basal e volume cilíndrico do angico. Para o paricá, calculou-se o volume real e volume real comercial utilizando o fator de forma artificial (f) de 0,48 conforme Hoffmman et al. (2011) (Equação 2).

$$V = \frac{DAP^2 \cdot \pi}{40000} \cdot Ht \quad (1)$$

$$V = \frac{DAP^2 \cdot \pi}{40000} \cdot Hc \cdot f \quad (2)$$

2.4 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e três repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste de médias (Teste Tukey), a 5% de probabilidade, além da análise de regressão. Foi utilizado o *software Assistat*, versão 7.7 Beta, para auxiliar nas análises estatísticas dos dados.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 *Anadenanthera Peregrina*

Para as variáveis altura, diâmetro, volume e área basal, submetidas aos tratamentos com doses de fósforo, não houve diferenças significativas a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). A Tabela 3 contém os valores médios de altura e diâmetro obtidos para as doses de fósforo no angico. Thomaz (2012), na área experimental da “Floresta Piloto”, avaliou o

desenvolvimento inicial do angico sob diferentes doses de NPK, onde o conteúdo de P nos tratamentos variavam entre 0 a 87 g/cova. Ao verificar os parâmetros, Altura e Diâmetro das mudas aos 9 meses de idade, observou-se respostas negativas em relação às maiores doses de fosforo. Após 44 meses de idade, não foram observadas diferenças nos parâmetros analisados, podendo o restante do P ter sido adsorvido no solo ao longo do tempo ou a planta não necessitar da demanda aplicada do nutriente.

Tratamento	Dose (g cova ⁻¹)	Altura (m)	Desvio Padrão	Diâmetro (cm)	Desvio Padrão
T01	0	6,6 a	1,40	7,7 a	2,40
T02	27	6,4 a	1,42	7,4 a	2,29
T03	47	5,5 a	1,43	6,1 a	2,35
T04	67	5,1 a	1,08	5,9 a	1,93
T05	87	6,1 a	1,28	7,2 a	1,86

Tabela 3 - Médias de altura e diâmetro correspondente aos tratamentos com P em *A. peregrina*.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Observou-se nos gráficos da Figura 2, que a correlação entre as variáveis dendrométricas avaliadas e as doses de P_2O_5 fraca, com coeficientes de correlação foram extremamente baixos. Os valores observados nos blocos apresentaram alta variabilidade dentro dos tratamentos, não havendo um padrão ou tendência de comportamento.

Em estudo também realizado na “Floresta Piloto”, Oliveira et al (2012) compararam o desenvolvimento do angico e do paricá sobre efeito do Superfosfato Simples (SFS) e o Fosfato Natural Reativo (FNR) nas doses, 260 (75 g de P_2O_5), 360 (104 g de P_2O_5) e 460 g/cova (133 g de P_2O_5) de fertilizante. Quando se compararam as médias das doses de FNR e a dose de SFS, em mudas de angico aos 10 meses de idade, percebeu-se que o Superfosfato Simples obteve média inferior no parâmetro altura, ao teste de Tukey, em nível de 5%.

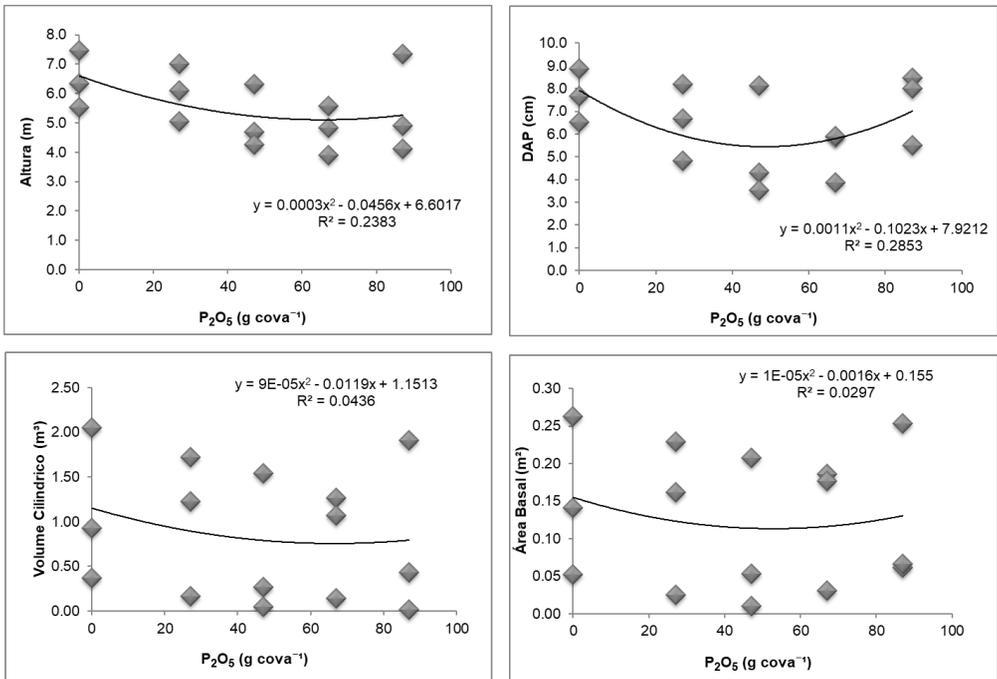


Figura 2 – Gráficos de análise de regressão com as variáveis dendrométricas de *A. peregrina* em resposta a doses de P_2O_5 .

O efeito positivo do FNR pode ser justificado através da diferença na composição química dos fertilizantes. SFS apresenta 16% de cálcio, enquanto o FNR 32% de cálcio. Logo, a propriedade corretiva do solo do FNR é claramente superior à do SFS e isto provavelmente favoreceu o desenvolvimento do angico exposto a este fertilizante. Mostrando maior necessidade da planta a correções do pH do que do nutriente fósforo.

Quanto à sobrevivência, a análise de regressão revela que não houve diferenças significativas a 5% de probabilidade ($p < 0,05$), entre os tratamentos, somente entre blocos. O comportamento em porcentagem esboçado na Figura 3, abaixo, deixa claro que há pouca distinção entre os tratamentos. O mesmo não ocorre entre os blocos, sendo o bloco 3 nitidamente inferior, o que sustenta a hipótese de que a sobrevivência da espécie não esteve ligada ao fósforo, mas sim a fatores ambientais.

Em plantios de *Anadenanthera colubrina* var. cebil associado com mandioca, testando a adubação fosfatada, Martinotto et al. (2012) observaram que a sobrevivência da espécie não teve resposta significativa aos tratamentos com fósforo. O angico possui características muito semelhantes a *A. colubrina*, e ambas tiveram resposta similar a adubação. Com isso, entende-se que a sobrevivência destas espécies não responde ao fósforo.

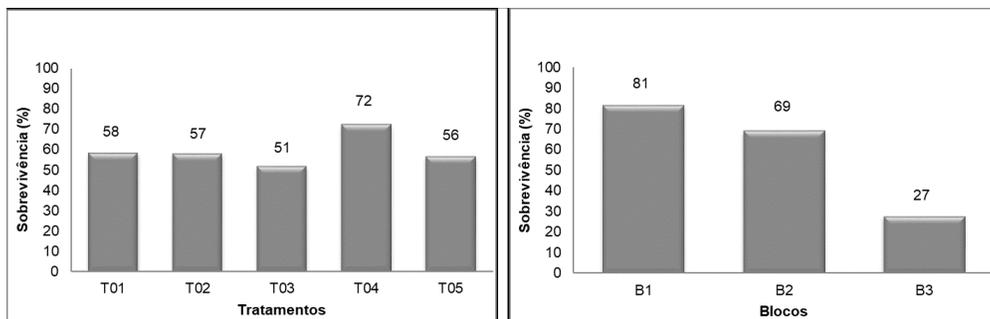


Figura 3 – Sobrevivência de *A. peregrina*, em tratamentos e blocos.

Legenda: T01 – Controle (testemunha); T02 – 27 g/cova de P_2O_5 ; T03 – 47 g/cova de P_2O_5 ; T04 – 67 g/cova de P_2O_5 ; T05 – 87 g/cova de P_2O_5 ; B1 – Bloco 1; B2 – Bloco 2; B3 – Bloco 3.

Segundo Santana, Ceconi e Schumacher (2004), o fósforo é um nutriente limitante em solos brasileiros. A aplicação de Superfosfato Simples em latossolos é questionável, uma vez que estes podem adsorver até 1 t/ha do fertilizante (PREZOTTI et al., 2007). Possivelmente, algumas espécies nativas como o angico tenha se desenvolvido de forma não exigente para este nutriente.

3.2 *Schizolobium parahyba* var *amazonicum*

Não houve resposta significativa entre os tratamentos a 5 % de probabilidade ($p < 0,05$), nos parâmetros altura total, altura comercial, diâmetro, área basal, volume real e volume real comercial. A Tabela 4 contém valores médios de altura e diâmetro obtidos para as doses de fósforo no paricá.

Tratamento	Dose (g cova ⁻¹)	Altura (m)	Desvio Padrão	Diâmetro (cm)	Desvio Padrão
T01	0	15,0 a	3,21	10,7 a	2,53
T02	27	16,0 a	3,11	14,2 a	3,01
T03	47	15,4 a	3,15	12,9 a	2,69
T04	67	15,7 a	3,34	12,9 a	2,87
T05	87	14,5 a	2,38	13,3 a	2,27

Tabela 4 - Médias de altura e diâmetro correspondente aos tratamentos com P em *S. parahyba* var. *amazonicum*.

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Ao testar 25 espécies florestais no espaçamento 3 x 2 m², em Latossolo Amarelo com baixo pH e CTC, Souza et al. (2003) constataram que o paricá foi a espécie que apresentou o melhor desempenho, atingindo valores médios de DAP de 11,6 cm e altura de 15,1 m aos 4 anos de idade. Tais valores são próximos dos encontrados neste trabalho, mesmo que em espaçamentos diferentes. Porém, os dados não se adequaram aos modelos, apresentando coeficiente de correlação muito baixo, como mostra a Figura 4.

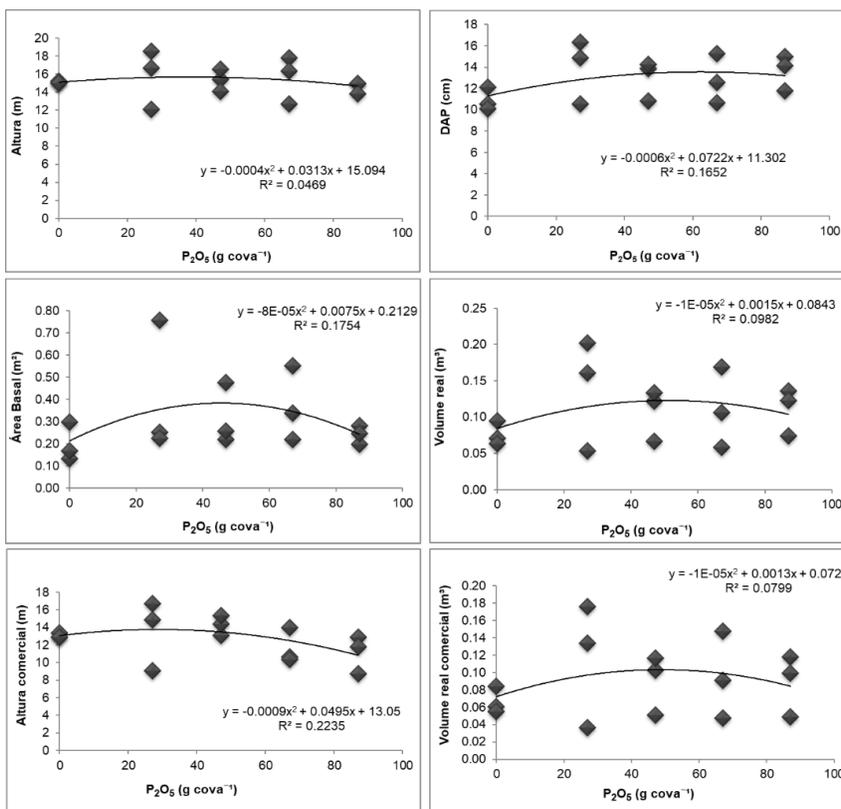


Figura 4 - Gráficos de análise de regressão com as variáveis dendrométricas de *S. parahyba* var. *amazonicum* em resposta a doses de P₂O₅.

Resultados semelhantes foram observados na pesquisa de Caione, Lange e Schoninger et al. (2012), onde o tratamento isolado utilizando 300 g/m³ de P₂O₅ provenientes do fertilizante Superfosfato Simples não apresentou diferenças significativas em comparação a testemunha nos parâmetros diâmetro do coleto e altura, apenas se obteve respostas em massa seca aérea, massa seca das raízes e número de folhas, critérios os quais não foram avaliados neste trabalho.

Em estudo realizado na “Floresta Piloto”, Dalmaso (2013) testou o desenvolvimento inicial do paricá sobre a influência de NPK, até os 2 anos de idade. Observou que a espécie não apresentou respostas significativas aos tratamentos nas doses de 0, 27, 47, 67 e 87 g/cova de P_2O_5 proveniente de Superfosfato Simples, nos parâmetros altura e diâmetro na análise de regressão a 5% de probabilidade. Observa-se o mesmo resultado encontrado no atual trabalho sobre os mesmos tratamentos, porém em indivíduos com 45 meses de idade. Com isso, entende-se que dentro deste intervalo de tempo a espécie não apresentou resposta a aplicação de fósforo.

Quando Oliveira et al. (2012), compararam o efeito do Superfosfato Simples (SFS) e o Fosfato Natural Reativo (FNR) para o paricá, notou-se que a FNR reativo foi novamente superior ao SFS, porém nas doses acima de 260 g/cova de FNR, 360 e 460 g/cova a resposta ao fertilizante passou a ser negativa no parâmetro Altura. Com isso, sugere-se que além do FNR prover fósforo, também pode provocar elevação do pH para níveis próximos da neutralidade/alcalinidade, devido ao teor de cálcio que atinge em média 32%. Então, como proposto por Oliveira et al. (2012) e já discutido anteriormente nos dados do angico, é provável que a resposta observada nos tratamentos com FNR tenha sido em função do Cálcio e não do Fósforo. Consolidando a hipótese de que o fósforo não influencia no desenvolvimento dessas espécies dentro dos parâmetros analisados neste trabalho.

Os dados de sobrevivência estão expostos na Figura 5, em que não há diferença estatística entre os tratamentos, e a sobrevivência variou de 42% a 66%. Houve diferença estatística a 5% de probabilidade entre os blocos, onde o Bloco 1 obteve apenas 40% de sobrevivência, sendo inferior aos demais blocos.

No estudo de Dalmaso (2013) na “Floresta Piloto” com o plantio aos 2 anos de idade, o paricá respondeu negativamente a adubação fosfatada quanto a sobrevivência. Esta resposta negativa não é observada a longo prazo, visto que as os tratamentos não se diferenciam de forma negativa a adubação fosfatada, aos 45 meses de idade. Entende-se, porém, que esta é uma situação que se restringe as condições de sítio e de manejo utilizadas no atual trabalho.

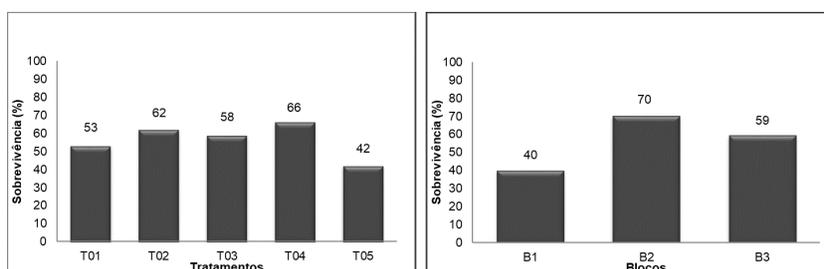


Figura 5 - Sobrevivência *S. parayba* var. *amazonicum*, em Tratamentos e Blocos.

Legenda: T01 – Controle (testemunha); T02 – 27 g/cova de P_2O_5 ; T03 – 47 g/cova de P_2O_5 ; T04 – 67 g/cova de P_2O_5 ; T05 – 87 g/cova de P_2O_5 ; B1 – Bloco 1; B2 – Bloco 2; B3 – Bloco 3.

Segundo Marques et al. (2004), o paricá apresentou sintomas da deficiência de P quando omissas ao nutriente e observou que as plantas deficientes apresentaram tamanho reduzido, com menor número de folhas e a raiz principal mais longa com poucas raízes laterais. As plantas que foram consideradas nos dados do atual trabalho estavam aparentemente sadias, não apresentando tais sintomas foliares quanto à deficiência de fósforo, levando a entender que os teores apresentados nas análises de solo foram satisfatórios.

4 | CONCLUSÕES

Não foi possível averiguar influência das doses de P no desenvolvimento silvicultural do angico e do paricá, aos 44 e 45 meses, respectivamente. Isso infere que, a fertilização fosfatada não é fator limitante para as variáveis dendrométricas avaliadas.

São necessários estudos mais aprofundados sobre a dinâmica do nutriente no solo e a nutrição dos indivíduos via análise foliar, para quantificar a disponibilidade do nutriente e a exigência nutricional da espécie.

REFERÊNCIAS

- ALVARADO, A. et al. Concentración foliar de macro-y micro-nutrientes en cuatro leguminosas maderables del trópico estacionalmente seco de Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, v. 66, n. 3, p. 969-983, 2018.
- CAIONE, G.; LANGE, A.; SCHONINGER, E. Crescimento de mudas de *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) em substrato fertilizado com nitrogênio, fósforo e potássio. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 213-221, 2012.
- DALMASO, T. T. **Crescimento inicial de paricá (*Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke) sob diferentes doses de NPK**, em Alegre-ES. Monografia (Graduação em Engenharia florestal) – Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, 2013.
- GONÇALVES, J. L. M.; Benedetti, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF. 2000. 421p.
- HOFFMANN, R. G. et al. Caracterização dendrométrica de plantios de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) na região de Paragominas, PA. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 4, p. 675-684, 2011.
- MARQUES, T. C. L. S. M. et al. Crescimento inicial do paricá (*Schizolobium amazonicum*) sob omissão de nutrientes e de sódio em solução nutritiva. **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 2, p.184-195, 2004.
- MARTINOTTO, F. et al. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas do Cerrado em consórcio com mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n.1, p.22-29, 2012.
- OLIVEIRA, A. B. V. et al. Adubação fosfatada e o desenvolvimento inicial de *Anadenanthera peregrina* e *Schizolobium amazonicum* em condições de campo. In **II Congresso Brasileiro de Reflorestamento Ambiental**, 2012, Guarapari. Disponível em: <<http://www.cedagro.org.br>> Acesso em: 04 jul. 2020.

PREZOTTI, L. C. et al. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo** – 5ª aproximação. Vitória, ES. SEEA/INCAPER/CEDAGRO. 2007. 305p.

SANTANA, C. A.; CECONI, D. E.; SCHUMACHER, M. V. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Bentham) Brenan). **Revista Árvore**, v. 28, n. 1, p. 105-114, 2004.

SOUZA, C. R. et al. Desempenho de espécies florestais potenciais para plantios na Amazônia central. In: **CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, Benefícios, produtos e serviços da floresta: oportunidades e desafios do século XXI**. São Paulo. 2003.

THOMAZ, B. L. **Crescimento inicial de angico-vermelho (*anadenanthera peregrina* (L.) sp.eg.) em diferentes doses de NPK**. 46 f Monografia (Graduação em Engenharia florestal) – Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, 2012.

TROEH, R. F.; THOMPSON, L. M. **Solos e fertilidade do solo**. São Paulo: Andrei. 2007. 63 p.

IMPLANTAÇÃO DE UM CONSÓRCIO FLORESTAL EM PEQUENAS PROPRIEDADES NO SUL DO ESPÍRITO SANTO: UM CAMINHO PARA O ZONEAMENTO AMBIENTAL

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 07/07/2020

Lomanto Zogaib Neves

Doutorando em Ciência Florestal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri Diamantina – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/0409018957538467>

Elzimar de Oliveira Gonçalves

Professora do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo
Jerônimo Monteiro – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/4127505406039950>

Marcos Vinicius Winckler Caldeira

Professor do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo
Jerônimo Monteiro – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/3624066484009682>

Kelly Nery Bigli

Doutoranda em Ciência Florestal, Universidade Federal do Espírito Santo
Jerônimo Monteiro – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/3705730858678579>

Wiane Meloni Silva

Doutoranda em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa
Viçosa – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/1441515441039996>

RESUMO: O cultivo de café e a criação de gado são as principais formas de utilização da terra na zona rural, no estado do Espírito Santo. Isto reduz a possibilidade de produtores diversificarem a renda, além de utilizar terras que estão inadequadas para outros cultivos, melhorando também a proteção do solo. O objetivo deste trabalho foi implantar um estudo de espécies florestais em consórcio numa propriedade no município de Jerônimo Monteiro, região sul do Espírito Santo. O zoneamento ambiental da área foi realizado para gerar mapa de uso do solo, e avaliar a adaptabilidade das espécies e clones escolhidos as condições da propriedade. O solo foi coletado em quatro profundidades (0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm). Os modelos implantados foram eucalipto com a finalidade de energia, espaçamento 2x2 m², eucalipto para celulose, espaçamento 3x3 m², e eucalipto com mogno (*Khaya ivorensis* e *Khaya senegalensis*), espaçamento 3x3 m². A altura, diâmetro e a taxa de sobrevivência foram mensurados aos 67 dias após o plantio. As espécies estudadas estão aptas ao plantio na área de estudo, com exceção do *Eucalyptus grandis*. A avaliação química do solo indicou alta acidez (valores de pH abaixo de 5,4) e baixa disponibilidade de nutrientes, sendo que as melhores características químicas do solo foram na área com plantio de eucalipto com mogno africano (*Khaya ivorensis* e *Khaya senegalensis*), onde anteriormente haviam alguns remanescentes de eucalipto oriundos de um plantio vizinho. A sobrevivência das mudas foi considerada alta, mas o crescimento em altura e diâmetro não teve diferenças significativas entre os modelos de plantio.

PALAVRAS-CHAVE: Silvicultura, uso do solo, modelos de produção.

IMPLEMENTATION OF A FOREST CONSORTIUM IN SMALL FARMS IN SOUTHERN ESPÍRITO SANTO: A PATH TO ENVIRONMENTAL ZONING

ABSTRACT: The state of Espírito Santo has coffee cultivation and cattle ranching as its main forms of land use in rural areas, throughout practically its entire territory. This reduces the possibility for producers to diversify their income, in addition to using land that is unsuitable for other crops, also improving soil protection. Thus, this work aims to implement a study of forest species in consortium on a property in the municipality of Jerônimo Monteiro, in the southern region of Espírito Santo. First, the environmental zoning of the area was carried out, to generate a land use map, in order to assess the adaptability of the chosen species and clones to the conditions of the property. After a soil collection was performed at four depths (0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm and 20-40 cm), for further analysis. Three models were implemented, the first eucalyptus for energy purposes, with a 2x2 m spacing, the second eucalyptus for cellulose, with 3x3 m spacing, and the third eucalyptus with mahogany (*Khaya ivorensis* and *K. senegalensis*), 3x3 m spacing. Height and diameter were measured at 67 days after planting, in addition to the survival rate. As a result, it was possible to observe, through environmental zoning, that with the exception of *Eucalyptus grandis*, all other species studied are able to be planted in the study area. The chemical evaluation of the soil indicated high acidity (pH values below 5.4) and low availability of nutrients, and the best chemical characteristics of the soil were observed in the area planted with eucalyptus with African mahogany (*Khaya ivorensis* and *Khaya senegalensis*), where previously there were some eucalyptus remnants from a neighboring plantation. Seedlings survival was considered high, but the growth in height and diameter did not have significant differences between the planting models.

KEYWORDS: Silviculture, land use, production models.

1 | INTRODUÇÃO

A agricultura e a pecuária no Brasil, ocupam terras que já foram, em algum momento, cobertas por vegetação nativa. E esta fragmentação causou diversos problemas, como a diminuição da disponibilidade de madeira, aumento da erosão, redução de nutrientes no solo, assoreamento de rios (DEAN, 2002).

A diversificação da produção é uma alternativa viável para produtores rurais, principalmente os pequenos, devido à possibilidade de ganhos mais homogêneos durante o ano. Reduzindo a dependência de uma ou poucas culturas, que podem sofrer por mudanças climáticas, ataques de pragas e oscilação de mercado, comprometendo assim os lucros da propriedade (BALNBINO et al. 2011).

O plantio florestal é uma importante opção de diversificação, podendo ser adotado na forma de monocultivos, povoamentos florestais mistos e associados com culturas agrícolas ou animais (VITALE; MIRANDA, 2010). Embora sejam conhecidas as vantagens da implantação de plantios florestais, existe uma resistência dos produtores rurais na adoção dessas medidas, considerando o longo tempo para a obtenção de receitas, quando comparadas a culturas anuais. A ideia que plantios de espécies florestais, principalmente

do gênero *Eucalyptus*, seca o solo é difundida entre os pequenos produtores do estado (REZENDE; CAMELLO; REBELO, 2011), reduzindo a possibilidade de diversificação de renda, de proteção do solo ao utilizarem áreas, que são preteridas, por serem de difícil cultivo para espécies agrícolas.

O aumento nos números de reflorestamentos dificultou a identificação dos locais mais adequados para se implantar algumas espécies, tanto arbóreas, quanto agrônômicas. O zoneamento ambiental é uma opção para sanar essa necessidade, propiciando a produtores trabalhar com segurança, no que diz respeito às tendências de mercado e épocas de maior produtividade de uma espécie (NAPPO; NAPPO; PAIVA, 2005). O monitoramento de uma área de cobertura vegetal, realizado por meio do zoneamento, é essencial para adquirir informações sobre a realidade ambiental da área de estudo e contribui na busca de soluções de problemas que possam surgir (Torres, 2011). E com o mapeamento temático da região pode-se verificar mudanças da paisagem e indicar a distribuição espacial real de distintos meios de uso dos recursos naturais, que estão sendo cada vez mais modificados pela ação antrópica.

O estado do Espírito Santo, ao longo de praticamente todo seu território, possui o cultivo de café e a criação de gado como suas principais formas de utilização da terra na zona rural, (CASTIGLIONI, 2009). Essa ideia de se utilizar a propriedade apenas para estes fins é passada de geração em geração, apenas aprimorando algumas técnicas, que facilitem seu manejo. O aumento da produção, fez com que áreas inadequadas fossem desmatadas exigindo demais do solo sem repor seus nutrientes, reduzindo sua capacidade produtiva. Neste contexto o presente estudo teve como objetivo implantar povoamentos florestais em uma propriedade no município de Jerônimo Monteiro, região sul do Espírito Santo e avaliar a aptidão da área para a estabilidade futura do plantio.

2 | METODOLOGIA

2.1 Localização e caracterização da área

A área de estudo localiza-se a 13 km de Jerônimo Monteiro, sul do Espírito Santo, nas coordenadas 20°50'37" S e 41°26'34" O (Figura 1). O clima da região é classificado como quente e úmido, com temperatura média anual de 23° C, apresentando estações bem definidas, uma seca e outra chuvosa, com precipitação média anual de 1.200 mm.ano⁻¹ (Incaper, 2011). O relevo do local de implantação varia de íngreme a levemente ondulado (Incaper, 2011). As áreas um e dois onde os plantios foram realizados, eram ocupadas anteriormente por pastagem composta basicamente por braquiária (*Brachiaria brizantha*). A área três possuía pasto de braquiária e remanescentes de plantios florestais de eucalipto, oriundos de regeneração por sementes, advindas de outros povoamentos.

Localização da área de estudo

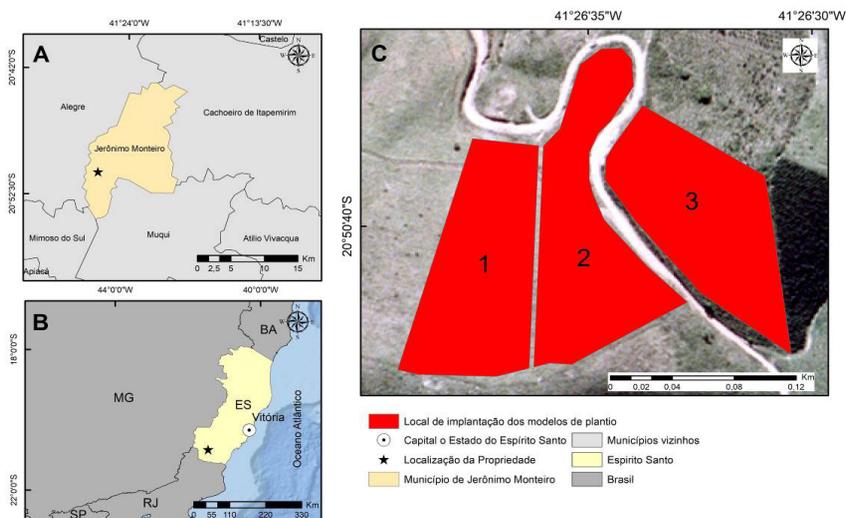


Figura 1 – Localização da área de estudo: A) a nível estadual; B) Nível nacional. C) Destaque do local onde foram implantados os modelos de cultivo sendo 1) Modelo 1; 2) Modelo 2; 3) Modelo 3.

O zoneamento ambiental da área foi realizado para gerar o mapa de uso do solo e avaliar a adaptabilidade das espécies ou clones escolhidos às condições da propriedade selecionada. Os mapas que caracterizavam a aptidão térmica e hídrica favoráveis ao desenvolvimento das espécies implantadas no município de Jerônimo Monteiro foram sobrepostos. Os mapas foram gerados no programa ArcGIS® utilizando a metodologia de zoneamento proposta por Silva (2010), aplicada a partir do conhecimento das necessidades hídricas e térmicas das espécies/clones selecionados.

A amostragem do solo foi realizada após o zoneamento, em quatro profundidades (0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm). As coletas foram em áreas de topo, intermediária e baixada, feita em caminamento zig-zag, sendo coletadas quatro amostras simples, para formarem uma amostra composta, totalizando quatro amostras compostas por modelo de plantio. As amostras foram levadas para o laboratório de Recursos Hídricos, localizado no Departamento de Ciências Florestais e da Madeira/CAAE-UFES e foram realizadas as análises químicas do solo, seguindo os procedimentos da Embrapa (1997).

2.2 Implantação dos modelos

A limpeza nas áreas um e dois foi feita por meio de capinas químicas com uso de herbicida, a área três que possuía árvores remanescentes de eucalipto, foi limpa por queimada controlada. As covas foram abertas, nas dimensões 30x30x30 cm, de forma mecanizada, com motocoveador. O combate às formigas foi feito com iscas granuladas

a base de sufloramida, e foi adicionada em cada cova 250 gramas de adubação NPK 04:17:04 + 0,3% Zn + 0,1% Cu.

Os modelos de cultivo foram implantados em maio de 2013 em áreas de 1 hectare cada um e possuíam as seguintes características:

- Modelo 1 – Clone A - cultivo dos clones com espaçamento de 2x2 m² visando produção de madeira para produção de energia, moirão e construção civil.
- Modelo 2 – Clone B - cultivo de clones com espaçamento de 3x3 m²; visando produção de madeira para produção de celulose.
- Modelo 3 – Clone C - cultivo de clones de eucalipto e mogno africano, visando madeira para serraria, sendo 0,33 ha para cada espécie. O espaçamento foi de 3x3 m².

As mudas utilizadas foram doadas pela empresa Suzano Papel e Celulose, antiga Fibria® de três clones de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, conhecido por *Eucalyptus urograndis* para plantio nos três modelos. As mudas das espécies (*Khaya senegalensis* e *Khaya ivorensis*) foram utilizadas em um dos modelos e adquiridas de um viveiro comercial.

2.3 Características avaliadas

O mapa do zoneamento ambiental indicava a aptidão dos clones à área e com isso também foi possível gerar um mapa de uso do solo, por meio de uma ortofoto do IEMA de 2007, com as modificações da implantação do projeto.

Realizou-se mensurações de altura e diâmetro 67 dias após a implantação dos modelos, em agosto de 2013. Coletou-se dados apenas dos clones na primeira medição, uma vez que as mudas de mogno estavam muito pequenas na data. No que diz respeito ao local das mensurações, padronizou-se da seguinte forma, para todos os modelos avaliados: na parcela 1 eram retiradas no topo das áreas, na 2 no topo encosta, na 3 na porção intermediária e na 4 na parte de baixada (Figura 2).

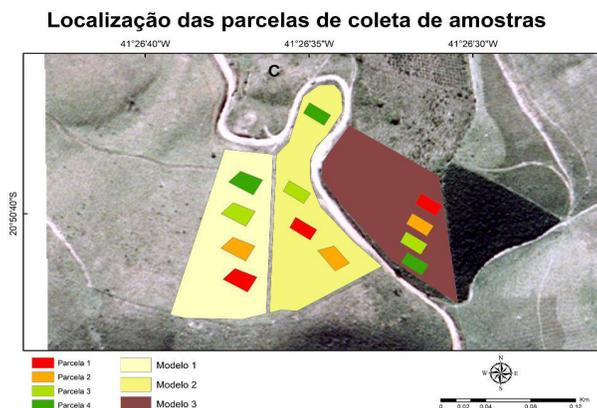


Figura 2 - Alocação das parcelas amostradas nas três áreas estudadas.

Mensurou-se o diâmetro do coleto e a altura com o auxílio de um paquímetro digital e uma trena, respectivamente. Os modelos foram amostrados em quatro parcelas de 10x15 m², dispostas em diferentes inclinações do terreno, no Modelo 1 foram medidas 63 mudas, no modelo 2 e 3 foram 32 medições em cada um.

A alocação dos modelos de plantios, em relação a iluminação solar favorecia exposição diferente ao longo do dia, sendo que os modelos 1 e 2 recebiam a maior radiação do sol pela parte da manhã, enquanto o modelo 3 maior quantidade da radiação do sol da tarde.

Expressão utilizada para avaliar a sobrevivência:

$$S\% = \frac{N - n}{N} \times 100$$

Em que: S%: porcentagem de sobrevivência; N: número de plantas de cada parcela; n: número de plantas mortas da parcela;

Os resultados obtidos de análise química, física, da sobrevivência e crescimento inicial das espécies de eucalipto foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de significância para comparação entre tratamentos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Uso do solo

A propriedade sofreu alterações em sua utilização nos anos de 2007 a 2013 no uso atual do solo (Figuras 3A e B). As áreas onde visualmente era interpretado por pasto e cultivo de café, hoje é observado uma área grande de pasto, outra de eucalipto com 5 anos e os três modelos estudados neste trabalho, implantados em maio de 2013. O local onde foi implantado o modelo 3 havia árvores remanescentes de eucalipto, o que na análise química mostra uma interferência nos resultados.

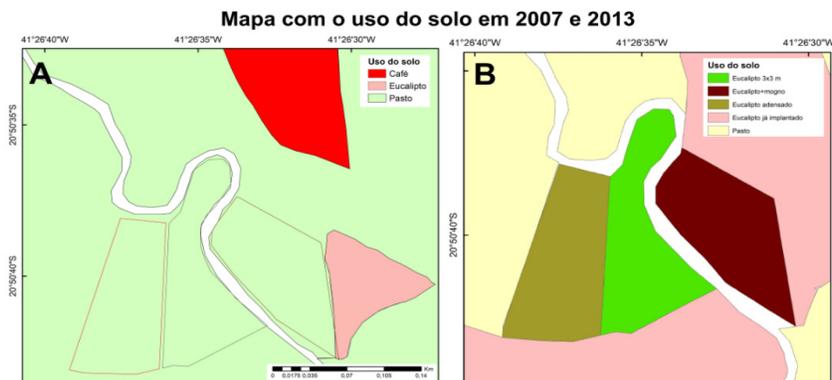


Figura 3 - Mapa com o uso do solo em 2007(A) e 2013(B).

3.2 Classificação de aptidão de plantio

Os mapas temáticos dos fatores climáticos gerados pelo *software* ArcGIS 9.3, classificou as espécies *Eucalyptus grandis*, *E. urograndis* e *Khaya senegalensis* como “Apto” ou “Inapto” ao plantio e a espécie *Khaya ivorensis* como “Apto”, “Pouco Apto” ou “Inapto” para o plantio no município de Jerônimo Monteiro – ES, de acordo com as exigências de temperatura das espécies.

O município de Jerônimo Monteiro (em destaque no mapa) apresenta-se como Inapto para o plantio desta espécie (Figura 4A), que ilustra o mapa do estado do Espírito Santo, na aptidão para o plantio do *Eucalyptus grandis*. Isso se deve a exigência de temperatura da espécie ser em média 27° C (IPEF, 2013) enquanto a temperatura do município está em torno de 23° (Incaper, 2011).

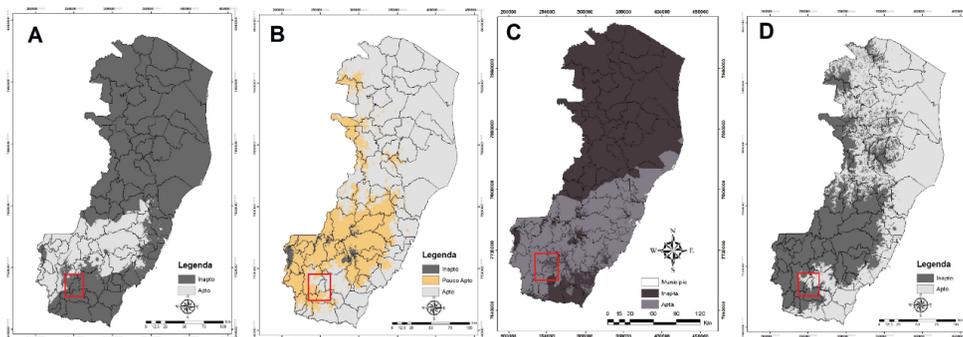


Figura 4 - Mapa do zoneamento climático do Espírito Santo para as espécies: A) *Eucalyptus grandis*; B) *Khaya ivorensis*; C) *Eucalyptus urograndis*; D) *Khaya senegalensis*;

O híbrido de eucalipto *Eucalyptus urograndis* e as espécies de mogno *Khaya senegalensis* e *Khaya. ivorensis* apresentam grande aptidão climática, com destaque para o município de Jerônimo Monteiro (Figuras 4B, C e D). Essa aptidão é devido a semelhança no clima exigido pelas espécies com o clima da região de estudo, além do fato de grande parte do Estado (IBGE, 2005), ser composto por latossolos, que favorecem o desenvolvimento das culturas em questão.

3.3 Análise de crescimento em altura e diâmetro

As médias de crescimento tanto em altura como em diâmetro não diferiram entre si, sendo as mesmas apresentadas na Tabela 1. Os valores de altura e diâmetro coletados são bastante próximos, o que pode ser justificado pelo tempo de coleta dos dados, aos 67 dias, não completando assim o período usual de mensuração de altura e diâmetro, aos 90 dias após a implantação.

MODELO	PARCELA	ALTURA (cm)	DIÂMETRO (mm)
1	1	70,88	7,80
	2	68,62	8,60
	3	63,20	9,29
	4	54,62	6,89
2	1	67,29	8,12
	2	67,20	7,72
	3	57,27	6,89
	4	68,36	10,21
3	1	66,08	9,06
	2	51,70	7,47
	3	55,00	7,18
	4	51,00	6,29

Tabela 1 - Médias da altura (cm) e diâmetro (mm) de cada modelo de cultivo.

3.4 Sobrevivência

O plantio do modelo 1 apresentou a menor taxa de sobrevivência, isso pode ser justificado por ataque de formigas cortadeiras que foi identificado na área no dia da coleta de dados (Tabela 2). A presença da praga ferrugem, foi identificada em algumas das mudas provavelmente pelo clone utilizado ser um híbrido que continha material genético da espécie *Eucalyptus grandis*, que não é considerado apto para o plantio no município.

A diferença de sobrevivência do modelo 2 e 3, que possuíam o mesmo espaçamento, pode ser justificado pelo fato da área 3 possuir muitos restos vegetais de árvores de eucalipto que haviam no local, estes restos em alguns casos estavam abafando as mudas e outros, não houve também a retirada de restos de tocos carbonizados e ao serem carregados pela ação de fatores externos como o vento, danificavam algumas plantas.

MODELO	SOBREVIVÊNCIA (%)
1	88,09 a
2	93,75 a
3	89,58 a

Tabela 2 - Sobrevivência (%) dos clones de *Eucalyptus urograndis* em cada modelo de estudo.

Valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5%. Fonte: autor.

3.5 Caracterização química inicial do solo

O pH na área 1 e 2 não variou estatisticamente entre as profundidades do perfil, o que indica que o solo de ambas as áreas está inaptos ao plantio por apresentarem valores de acidez média, entre 5,1 a 6,0 (Tabela 3). O pH encontrado no solo da área 3 nas camadas superiores apresentaram os maiores valores, diferindo estatisticamente entre si (Prezzoti et al., 2007).

As camadas do solo da área 1, em relação ao fósforo não apresentaram diferenças, porém nas áreas 2 e 3 houve diferenças estatísticas, pode-se observar que as camadas superiores apresentavam maiores valores. Apesar disso, todas as camadas das três áreas são tidas com teor baixo (menor que 10,0 mg.dm⁻³) de fósforo.

Os teores de potássio disponível nas quatro camadas avaliadas, em todos os modelos estudados, diferem entre si, apresentando valores de médio (entre 60 a 150 mg.dm⁻³) a alto (acima de 150 mg.dm⁻³) nas camadas superiores (0-5 e 5-10 cm) e valores baixos (menores que 60 mg.dm⁻³) nas camadas mais profundas.

Os teores de cálcio encontrados em todas as camadas de cada área diferem estatisticamente entre si. Os valores encontrados estão classificados como baixo (menor que 1,5 cmol_c.dm⁻³), apresentando valores um pouco melhores nas camadas superficiais (Prezzoti et al., 2007). Resultados semelhantes foram encontrados ao analisarem o solo de 0-20 cm de profundidade e constatarem valores médios de 0,50 cmol_c.dm⁻³ de cálcio (Gonçalves et al., 2011).

Os dados para a classificação do solo apresentaram valores baixos em todas as camadas, como o magnésio disponível, valores menores que 0,5 cmol_c.dm⁻³, a soma de bases (SB), com valores abaixo de 2,0 cmol_c.dm⁻³. Esta situação ocorre em todas as três áreas onde o solo foi coletado.

Os teores obtidos de saturação de alumínio (m) nas quatro camadas analisadas diferem estatisticamente entre si, sendo que na camada mais superficial (0-5 cm) é classificado como médio (entre 20 a 40%) e nas camadas subsequentes (5-10, 10-20, 20-40 cm) é classificado como alto (acima de 40%), sendo que quanto menor este valor, melhor será o desenvolvimento da planta.

A análise química do solo mostrou que este possui deficiências em quase todos os atributos, já que para a implantação de plantios é recomendado que a fertilidade esteja bem maior que os valores encontrados, tendo em vista que no primeiro estágio de desenvolvimento a muda necessita de maior quantidade de nutrientes.

A baixa quantidade de nutrientes disponível pode ser justificada também pelo uso intensivo durante anos da área para pastagem, sendo a vegetação herbácea retirada pelo gado, levando os nutrientes, impossibilitando a ciclagem do meio, o que, associado a não reposição destes nutrientes, por meio de adubações corretivas, durante o período de descanso da terra, atenuou a degradação de nutrientes.

Os baixos valores nutricionais e a alta toxidez encontrada também foram relatados em estudos onde as características químicas de um Latossolo em diferentes sistemas de cultivo apresentaram menores valores de nutrientes disponíveis no solo onde o pastejo era implantado há 20 anos, além de nessa área encontrar os mais altos valores de toxidez, com pH de 4,9 e H + Al de 6,98 cmol_c.dm⁻³ (Portugal et al., 2010).

O local onde foi implantado o modelo 3 apresentava valores mais baixos de toxidez e mais altos de nutrientes, comparado aos outros dois, apesar de a classificação geral apontar as características químicas do solo das três áreas estudadas como semelhantes. Isso pode ser devido a presença de remanescentes de plantio de eucalipto oriunda de semente que havia no local antes da implantação do modelo, este fato ajuda reforçar que plantios florestais contribuem para a manutenção e para a melhoria das propriedades do solo.

Os altos valores nutricionais para a área onde foi implantado o modelo 3 está relacionado também com o tipo de limpeza da área utilizada, a queima, que tende a fazer com que alguns nutrientes se tornem disponíveis mais rapidamente para planta. Resultado semelhante foi relatado em um trabalho que analisaram a disponibilidade de fósforo para o solo em diferentes sistemas de limpeza de área e constataram que inicialmente os nutrientes eram liberados em maior quantidade em áreas limpas pela queima controlada (Trindade et al., 2011).

O solo das áreas de estudo é classificado como de textura “Média” (Embrapa, 2009).

		Modelo 1				Modelo 2				Modelo 3			
		Profundidade (cm)				Profundidade (cm)				Profundidade (cm)			
Atributo		0-5	5-10	10-20	20-40	0-5	5-10	10-20	20-40	0-5	5-10	10-20	20-40
pH	H ₂ O	5,26 a	5,175 a	5,105 a	5,075 a	5,2 a	5,075 a	5,05 a	5,05 a	5,43 c	5,28 b	5,15 a	5,18 a
	S	12,14 a	14,09 a	14,97 a	10,26 a	11,95 a	10,90 a	9,69 a	9,15 a	9,32 a	8,47 a	7,62 a	6,62 a
P	mg.dm ⁻³	1,76 a	1,92 a	1,62 a	1,80 a	2,46 b	2,32 b	2,06 a	1,99 a	1,91 b	2,04 b	1,56 a	1,60 a
K		136,00 ab	103,25 ab	70,75 a ab	36,50 a	53,5 b	33,75 ab	20,5 ab	14,5 a	105,50 c	74,50 bc	45,00 ab	23,75 a
Na		1,25 a	1,25 a	1,00 a	0,75 a	2,25 a	2,50 a	3,00 a	4,00 a	0,75 a	0,75 a	0,75 a	0,00 a
Ca		0,57 b	0,39 ab	0,28 a	0,24 a	0,54 b	0,29 a	0,23 a	0,20 a	0,57 b	0,43 b	0,24 a	0,23 a
Mg	cmol _c .dm ⁻³	0,71 c	0,53 b	0,39 ab	0,29 a	0,58 b	0,31 a	0,18 a	0,13 a	0,67 c	0,52 b	0,35 a	0,29 a
Al		0,68 a	0,78 a	0,96 a	1,00 a	0,58 a	0,73 ab	0,93 b	0,90 b	0,55 a	0,90 b	1,04 b	1,08 b
H+Al		5,25 a	5,34 a	5,62 a	5,08 a	5,37 a	5,37 a	5,33 a	5,04 a	4,66 a	5,33 a	5,16 a	4,99 a

C		15,30 c	12,72 bc	11,21 b	8,50 a	18,76 c	17,25 c	14,96 b	11,12 a	15,40 c	13,77 bc	12,37 b	9,55 a
M.O.	g.kg ⁻¹	26,38 c	21,93 bc	19,33 b	14,65 a	32,37 c	29,75 c	25,85 b	19,18 a	26,55 c	23,73 bc	21,33 b	16,46 a
CTC(t)		2,31 b	1,96 ab	1,83 a	1,63 a	1,84 b	1,44 a	1,40 a	1,28 a	2,07 b	2,04 b	1,78 a	1,62 a
CTC(T)	cmol _c .dm ⁻³	6,88 a	6,56 a	6,49 a	6,70 a	6,64 b	6,08 ab	5,80 a	5,42 a	6,19 ab	6,47 b	5,87 ab	5,58 a
SB		1,63 c	1,18 bc	0,86 ab	0,63 a	1,27 b	0,71 a	0,47 a	0,38 a	1,52 c	1,14 b	0,71 a	0,58 a
V		26,00 c	20,08 bc	14,48 ab	12,46 a	20,44 b	12,84 ab	9,36 a	7,99 a	25,26 c	17,83 b	11,95 ab	10,40 a
m	%	31,75 a	41,39 a	54,56 b	61,51 b	33,99 a	50,67 b	66,72 c	70,49 c	29,43 a	46,08 b	62,66 c	65,69 c

Tabela 3 - *Análise química do solo* na localização topográfica especificada, em cada modelo de estudo.

Valores seguidos da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: autor.

4 | CONCLUSÃO

As espécies de mogno e dos clones de eucalipto que foram implantados estão aptas a serem instaladas na área de estudo. A sobrevivência das mudas de eucalipto foi considerada alta, apesar dos problemas com formigas cortadeiras.

Os atributos do solo na área de estudo antes do plantio, apresentam deficiência nutricional e alta toxidez por alumínio, sendo a situação amenizada em áreas que haviam remanescentes de eucalipto presentes no local antes da limpeza da mesma

REFERÊNCIAS

BALBINO, Luiz Carlos et al. **Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil**. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 46, n. 10, Oct. 2011. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X201100100001&lng=en&nrm=iso>. access on 03 July 2020. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000001>.

CASTIGLIONI, A. H. **Mudanças na estrutura demográfica do Espírito Santo ocorridas durante a segunda metade do século XX**. *GEOGRAFARES*, n.7, 2009.

DEAN, W. **A Ferro e Fogo: A História da Devastação da Mata Atlântica Brasileira**. São Paulo: Cia das Letras, 2002 484p.

GONÇALVES, I. de S.; DIAS, H. C. T.; MARTINS, S. V.; SOUZA, A. L. de. **Fatores edáficos e as variações de um trecho de mata ciliar do rio Gualaxo do Norte, Mariana, MG**. *Revista Árvore*, Viçosa, v.35, n.6, p.1235-1243, 2011.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – Incaper. **Programa de Assistência técnica e extensão rural Proater 2011-2013: Jerônimo Monteiro; Cachoeiro de Itapemirim.** 2011. Disponível em: < http://www.incaper.es.gov.br/proater/municipios/Caparao/Jeronimo_Monteiro.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2013.

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS – IPEF. **Identificação de espécies florestais.** 2013. Disponível em: < <http://www.ipef.br/identificacao/cief/especies/grandis.asp>>. Acesso em: 08 set. 2013.

NAPPO, M. E.; NAPPO, A. E.; PAIVA, H. N. **Zoneamento Ecológico de Pequena Escala para Nove Espécies Arbóreas de Interesse Florestal no Estado de Minas Gerais.** Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal. Periodicidade Semestral – Edição Número 5– Janeiro de 2005 - Issn 1678-3867.

PREZZOTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo – 5ª aproximação.** Vitória: SEEA/INCAPER/ CEDAGRO, 2007. 305 p.

PORTUGAL, A. F.; COSTA, O. D. V.; COSTA, L. M. da. **Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da Zona da Mata Mineira.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.34, p.575-585, 2010.

REZENDE, L.V.B.; CAMELLO, T.C.F.; REBELO; L.P. **O eucalipto resseca o solo? Mito ou verdade?.** Revista Internacional de Ciências, n1. V1, 2011.

TRINDADE, E. F. da S.; KATO, O. R.; CARVALHO, E. J. M.; SERAFIM, E. C. da S. **Disponibilidade de fósforo em solos manejados com e sem queima no Nordeste Paraense.** Revista Amazônia: Ciência e Desenvolvimento, Belém, v.6, n.12, p. 7-19, 2011.

TORRES, D. R. **Análise multitemporal do uso da terra e cobertura florestal com dados dos satélites Landsat e Alos.** Santa Maria: UFSM, 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

VITALE, V.; MIRANDA, G. de M. **Análise comparativa da viabilidade econômica de plantios de *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii* na região centro-sul do Paraná.** Revista Floresta, Curitiba: v. 40, n. 3, p. 469-476, 2010.

CAPÍTULO 20

USO DE TÉCNICAS MICROSCÓPICAS PARA CARACTERIZAR QUIMICAMENTE A MADEIRA NORMAL E DE COMPRESSÃO DE *Pinus caribaea* MORELET

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 30/06/2020

Alfredo José dos Santos Junior

Universidade Federal do Espírito Santo,
Departamento de Ciências Florestais e da
Madeira.
Jerônimo Monteiro – ES.
<http://lattes.cnpq.br/6511434153938096>

Natália Dias de Souza

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Produtos Florestais.
Seropédica – RJ.
<http://lattes.cnpq.br/0581023333881948>

Danielle Affonso Sampaio

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Produtos Florestais.
Seropédica – RJ.
<http://lattes.cnpq.br/1996931584887761>

Ananias Francisco Dias Júnior

Universidade Federal do Espírito Santo,
Departamento de Ciências Florestais e da
Madeira.
Jerônimo Monteiro – ES.
<http://lattes.cnpq.br/2428652077952117>

Gabriela Fontes Mayrinck Cupertino

Universidade Federal do Espírito Santo,
Departamento de Ciências Florestais e da
Madeira.
Jerônimo Monteiro – ES.
<http://lattes.cnpq.br/9352494709902841>

Fabiola Martins Delatorre

Universidade Federal do Espírito Santo,
Departamento de Ciências Florestais e da
Madeira.
Jerônimo Monteiro – ES.
<http://lattes.cnpq.br/9605907768785175>

Aécio Dantas de Sousa Júnior

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Departamento de Produtos Florestais.
Seropédica – RJ.
<http://lattes.cnpq.br/0851842812654806>

RESUMO: A madeira de *Pinus caribaea* Morelet. apresenta uma alta incidência de madeira de compressão (lenho de reação das coníferas) mesmo em árvores relativamente retas e esta apresenta características anatômicas, físicas e químicas diferentes da madeira normal. A presença de tecidos de reação, por menor que seja sua quantidade, causa mudanças significativas nas propriedades da madeira e, conseqüentemente, na qualidade desta. As variações na composição química da madeira de compressão podem intervir no uso da mesma para produção de celulose, papel, painéis e produtos sólidos, pois tal fato pode reduzir a sua adequabilidade a esses fins. O presente estudo teve como objetivo caracterizar quimicamente a madeira normal e de compressão de *P. caribaea* por meio de técnicas microscópicas. Foram utilizados quatro indivíduos de *P. caribaea* com 25 anos de idade, coletados de um povoamento com espaçamento de 2 x 3 m, localizado no Campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ. Os materiais vegetais

foram seccionados no micrótomo de Ranvier no plano transversal, com espessura entre 20 a 30 μm . Testes histoquímicos foram realizados a fim de detectar a presença de lignina (teste de Wiesner e fluorescência) e a identificação de seu tipo (teste de Maüle). O teste de Wiesner revelou a distribuição de lignina com a coloração vermelha, o uso de fluorescência permitiu a identificação de áreas com acúmulo de lignina, já o teste de Maüle confirmou o predomínio de lignina [G] por coloração marrom das paredes. Pode-se concluir que as técnicas microscópicas permitiram a caracterização química da madeira de *P. caribaea*.

PALAVRAS-CHAVE: Guaiacila, Histologia em Madeira, Lignina.

USE OF MICROSCOPIC TECHNIQUES TO CHEMICALLY CHARACTERIZE THE NORMAL AND THE COMPRESSION WOOD OF *Pinus caribaea* MORELET

ABSTRACT: *Pinus caribaea* Morelet. wood has a high incidence of compression wood (reaction wood from conifers) even in relatively straight trees and it has different anatomical, physical and chemical characteristics than normal wood. The presence of reaction tissues, however small their quantity, causes significant changes in the properties of the wood and, consequently, in the quality of the wood. Variations in the chemical composition of compression wood may interfere in its use for the production of cellulose, paper, panels and solid products, as this fact may reduce its suitability for these purposes. The present study aimed to characterize chemically the normal and compression wood of *P. caribaea* using microscopic techniques. Four individuals of *P. caribaea* with 25 years old were used, collected from a 2 x 3 m spacing, located on the Campus of the Federal Rural University of Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica city, RJ. The plant materials were sectioned in the Ranvier microtome in the transverse plane, with a thickness between 20 to 30 μm . Histochemical tests were performed to detect the presence of lignin (Wiesner test and fluorescence) and the identification of its type (Maüle test). The Wiesner test revealed the distribution of lignin with red coloring, the use of fluorescence allowed the identification of areas with an accumulation of lignin, whereas the Maüle test confirmed the predominance of lignin [G] by the brown coloration of the walls. It can be concluded that the microscopic techniques allowed the chemical characterization of the *P. caribaea* wood.

KEYWORDS: Guaiacyl, Histology in Wood, Lignin.

1 | INTRODUÇÃO

Quando as árvores sofrem algum estresse que as tiram de seu eixo vertical, um tipo especial de madeira é formado, conhecido como madeira de reação, com função de corrigir essa inclinação (GROOVER, 2016; NAWAWI et al., 2016). No grupo das coníferas, a madeira de reação é conhecida como lenho de compressão (TIMELL, 1986; ZHANG et al., 2017). Existem diversas formas de identificar a madeira de compressão nas coníferas, visualmente, por coloração mais escura na seção transversal, anatomicamente, pelo espessamento da parede celular e quimicamente, pelo aumento do teor de lignina e redução do teor de celulose (VIADURRE et al., 2013; DONALDSON; SINGH, 2016; PURUSATAMA et al., 2020).

A madeira de *Pinus caribaea* apresenta uma alta incidência de madeira de compressão mesmo em árvores relativamente retas e esta apresenta características anatômicas, físicas e químicas diferentes da madeira normal (POUBEL et al., 2013; BOONE, 2018). Estudar a composição química da madeira normal e de compressão de *P. caribaea* permitirá o conhecimento detalhado dessa espécie, visto que, dentre os *Pinus*, a mesma é a que apresenta melhor adequação para o processamento mecânico, por apresentar fuste reto e galhos curtos e finos (PIMENTEL, 2000; SONG et al., 2018).

A histoquímica é uma especialização da histologia que tem função de localizar os principais grupos químicos presentes nos tecidos vegetais, o uso dessa técnica pode auxiliar na identificação de componentes químicos presentes na madeira (FIGUEIREDO et al., 2007; MAGEL, 2019). Os testes histológicos de Wiesner, de Maüle e de fluorescência são os mais utilizados para a detecção de lignina em tecidos vegetais (NAKANO; MESHITSUKA, 1992; BLASCHEK et al., 2020).

Acredita-se que para dar um direcionamento de uso mais eficiente para a madeira de *P. caribaea* é necessário o conhecimento de suas características. Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo investigar as características químicas da madeira de *P. caribaea* com o auxílio de técnicas microscópicas.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo e preparo de amostras

Foram coletadas quatro árvores de *P. caribaea* em um povoamento com 25 anos de idade, apresentando densidade de plantio de aproximadamente 1666 árvores ha⁻¹ (3 x 2 m), localizado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ, nas coordenadas 22° 46' 08.861" S; 43° 41' 29.760" W (Figura 1).

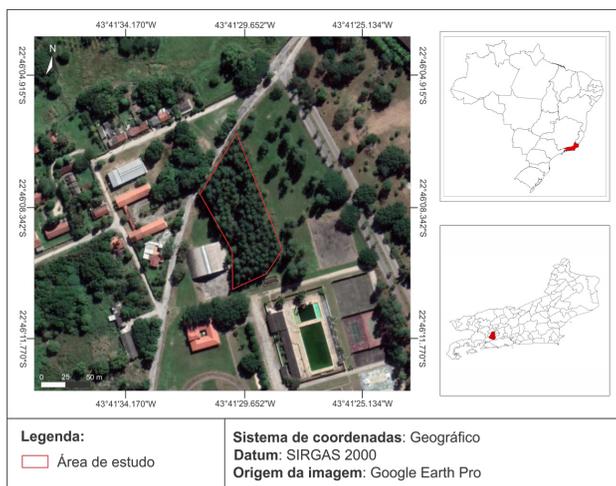


Figura 1. Representação da área de estudo.

Fonte: Os autores.

Para o preparo dos cortes histológicos, cinco corpos de prova foram retirados do lenho normal e do lenho de compressão de cada árvore e colocados em água a 50 °C para o amolecimento da madeira. Os cortes histológicos foram produzidos no plano transversal, com o auxílio de um micrótomo de Ranvier, com espessura variando entre 20 e 30 μm .

2.2 Testes histológicos

Os testes de Wiesner, Maüle e de fluorescência foram realizados seguindo a metodologia sugerida por Nakano e Meshitsuka (1992) e Zhang et al. (2016).

A reação de Wiesner foi feita misturando 50 ml de uma solução de floroglucionol a 2% em etanol a 95% com 25 ml de ácido clorídrico concentrado. Ao aplicar essa reação em um tecido vegetal, a lignina é colorida instantaneamente em vermelho.

O teste de Maüle consiste em três tratamentos sequenciais de um tecido lignificado com uma solução de permanganato de potássio 1% (1), ácido clorídrico 3% (2) e hidróxido de amônio concentrado (3). Primeiramente o corte histológico é deixado em imersão na solução (1) por cinco minutos, após esse tempo o mesmo é lavado com água destilada e tratado com a solução (2) até a cor ficar marrom claro, e por último, lavado novamente com água destilada e tratado com a solução (3) para o desenvolvimento de cor vermelha para a indicação de lignina siringila [S] e marrom para lignina guaiacila [G].

Para a realização do teste de fluorescência os cortes histológicos foram tratados em solução de NaOH 5% por cinco minutos para o clareamento, posteriormente foram levados a um microscópio Olympus BX 51 com cubo de excitação azul com comprimento de onda variando entre 450-480 nm.

As imagens foram obtidas usando um microscópio Olympus BX 51 com o auxílio do software de captura de imagens Cell^f, usando lente de aumento de 10x para os testes de Wiesner e Maüle, e lente de aumento de 20x para teste de fluorescência.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de Wiesner identificou a presença de lignina por todo tecido vegetal através da coloração vermelho-arroxeadado, porém não foi possível distinguir diferença entre o lenho normal (Figura 2A) e o lenho de compressão (Figura 2B). Poubel et al. (2013) estudando a madeira de *P. caribaea*, encontraram diferença significativa nos teores de lignina de Klason para lenho normal (23%) e lenho de compressão (27%). Para que esse resultado seja detectado pelo teste de Wiesner, eventualmente seja necessária uma etapa de pré-tratamento similar à utilizada no teste de fluorescência.

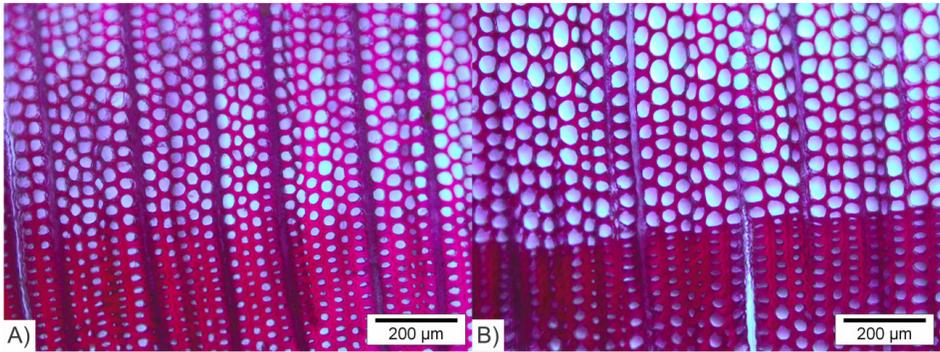


Figura 2. Teste de Wiesner, em que: A) lenho normal e B) lenho de compressão.

Fonte: Os autores.

O teste de Maüle indicou o predomínio de monômeros de guaiacila [G] na estrutura de lignina da espécie *P. caribaea*, através da coloração marrom (Figura 3). Segundo Kai, Chow e Loh (2018), as coníferas normalmente apresentam teores dos monômeros de guaiacila em torno de 90% da estrutura da lignina, o que corrobora para o resultado encontrado pelo teste de Maüle. A reação de Maüle é voltada para a detecção de monômeros de guaiacila ou siringila, para identificar se existe alteração significativa nos teores dos monômeros de hidroxifenila no lenho normal e no lenho de reação é necessária à realização de análises mais específicas como a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE).

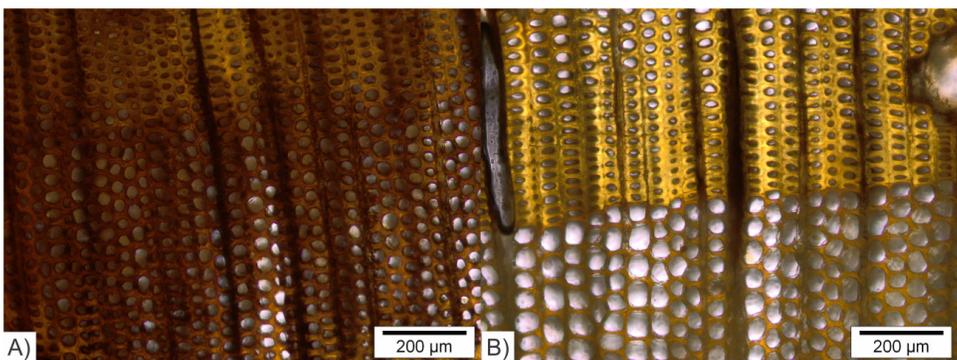


Figura 3. Teste de Maüle, em que: A) lenho normal e B) lenho de compressão.

Fonte: Os autores.

O uso da lente de aumento de 10x no microscópio possibilitou a identificação da forma diferenciada que ocorre a transição entre lenho inicial e lenho tardio dentro de um mesmo anel de crescimento, sendo essa de maneira gradual para a madeira normal e

de forma abrupta para a madeira de compressão (Figura 4). Purusatama et al. (2018) encontraram comportamento semelhante ao estudar a madeira de reação da espécie *Ginkgo biloba*, evidenciando que essa é uma característica que auxilia na identificação do lenho de compressão em madeiras de gimnospermas.

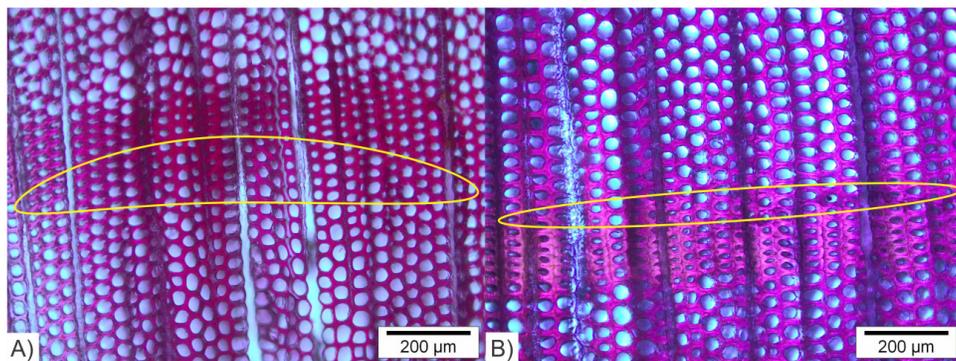


Figura 4. Zona de transição entre lenho inicial e lenho tardio dentro de um mesmo anel de crescimento, em que: A) lenho normal e B) lenho de compressão. Fonte: Os autores.

O teste de fluorescência indicou maiores teores de lignina no lenho de compressão quando comparado ao lenho normal, evidenciado pela diferença de tonalidade de verde (Figura 5). Zhang et al. (2017) encontraram resultado parecido ao estudar *P. radiata*, o que pode sugerir um possível comportamento para madeiras do gênero *Pinus*.

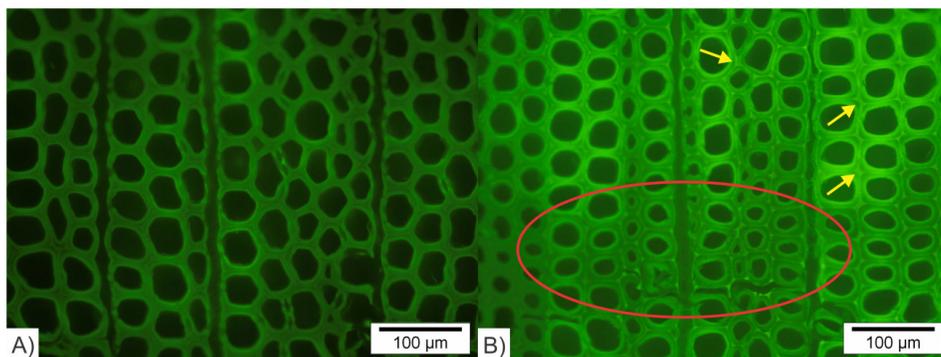


Figura 5. Teste de fluorescência, em que: A) lenho normal e B) lenho de compressão.

Fonte: Os autores.

O uso da lente de aumento de 20x para o teste de fluorescência permitiu a detecção de um leve espessamento da lamela média e dos cantos das células no lenho de reação quando comparada ao lenho normal, indicados pelas setas e pela elipse (Figura 5B). Viadurre et al. (2013) e Zhang et al. (2016) encontraram resultados semelhantes pesquisando madeiras de coníferas, o que pode apontar para uma tendência para esse grupo de plantas.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar que os testes histoquímicos permitiram caracterizar quimicamente a madeira de *P. caribaea* de forma qualitativa. Para compreensão mais detalhada sobre as características químicas da madeira de *P. caribaea* é sugerida a realização de análises como: espectroscopia por ressonância magnética nuclear (RMN), espectroscopia por no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) e cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o financiamento fornecido pela Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) – Código de financiamento: **E-26/202.258/2017**.

REFERÊNCIAS

BLASCHEK, L.; CHAMPAGNE, A.; DIMOTAKIS, C.; NUOENDAGULA; DECOU, R.; HISHIYAMA, S.; KRATZER, S.; KAJITA, S.; PESQUET, W. Cellular and Genetic Regulation of Coniferaldehyde Incorporation in Lignin of Herbaceous and Woody Plants by Quantitative Wiesner Staining. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, n. 109, p. 1-17, 2020.

BOONE, R. S. **Compression Wood Formation and Other Characteristics of Plantation-Grown Pinus Caribaea (Classic Reprint)**. Londres: Forgotten Books, 2018. p. 24.

DONALDSON, L. A.; SINGH, A. P. Reaction Wood. *In*: KIM, Y. S.; FUNADA, R.; SINGH, A. P. (Eds.). **Secondary Xylem Biology**. Academic Press, 2016. p. 93-110.

FIGUEIREDO, A. C. S.; BARROSO, J. M. G.; PEDRO, L. M. G.; ASCENÇÃO, L. **Histoquímica e Citoquímica em Plantas: Principais e Protocolos**. Lisboa: Repto2000, 2007. p. 68.

GROOVER, A. Gravitropisms and reaction woods of forest trees – evolution, functions and mechanisms. **New Phytologist**, v. 211, n. 3, p. 790-802, 2016.

KAI, D.; CHOW, L. P.; LOH, X. J. Lignin and its Properties. *In*: LOH, X. J. KAI, D.; LI, Z. (Eds.). **Functional Materials from Lignin**. World Scientific, 2018. p. 1-28.

MAGEL, E. Biochemistry and Quantitative Histochemistry of Wood. *In*: CHAFFEY, N. J. (Ed.). **Wood Formation in Trees: Cell and Molecular Biology Techniques**. Boca Raton: CRC Press, 2019. P. 229-242.

NAKANO, J; MESHITSUKA, G. Detection and Determination. *In*: LIN, S. Y.; DENCE, C. W. (Eds.). **Methods in Lignin Chemistry**. Berlin: Springer-Verlag, 1992. p. 21-32.

NAWAWI, D. S.; SYAFII, W.; AKIYAMA, T; MATSUMOTO, Y. Characteristics of guaiacyl-syringyl lignin in reaction wood in the gymnosperm *Gnetum gnemon* L. **Holzforschung**, v. 70, n. 7, p. 593-602, 2016.

PIMENTEL, L.L. **Telhas onduladas à base de cimento portland e resíduos de *Pinus caribaea***. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

POUBEL, D. S.; GARCIA, R. A.; SANTOS, W. A.; OLIVEIRA, G. L.; ABREU, H. S. Efeito da termorreificação nas propriedades físicas e químicas da madeira de *Pinus caribaea*. **Cerne**, v. 19, n. 3, p. 391-398, 2013.

PURUSATAMA, B. D.; KIM, Y. K.; JEON, W. S.; LEE, J. A.; KIM, A. R.; KIM, N. H. Qualitative Anatomical Characteristics of Compression Wood, Lateral Wood, and Opposite Wood in a Stem of *Ginkgo biloba* L. **Journal of Korean Wood Science and Technology**, v. 46, n. 2, p. 125-131, 2018.

PURUSATAMA, B. D.; CHOI, J. K.; LEE, S. H.; KIM, N. H. Microfibril angle, crystalline characteristics, and chemical compounds of reaction wood in stem wood of *Pinus densiflora*. **Wood science and Technology**, v. 54, p. 123-137, 2020.

SONG, J.; CHEN, C.; ZHU, S.; ZHU, M.; RAY, U.; LI, Y.; KUANG, Y.; LI, Y.; QUISPE, N.; YAO, Y.; GONG, A.; LEISTE, U. H.; BRUCK, H. A.; ZHU, J. Y.; VELOORE, A.; LI, H.; MINUS, M. L.; JIA, Z.; MARTINI, A.; LI, T.; HU, L. Processing bulk natural wood into a high-performance structural material. **Nature**, v. 554, p. 224-228, 2018.

TIMELL, T. E. **Compression Wood in Gymnosperms**. Berlin: Springer-Verlag, 1986. p. 625.

VIADURRE, G. B.; LOMBARDI, L. R.; NUTTO, L.; FRANÇA, F. J. N.; OLIVEIRA, J. T. S.; ARANTES, M. D. C. Propriedades da Madeira de Reação. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 1, p. 26-37, 2013.

ZHANG, M; CHAVAN, R. R.; SMITH, B. G.; MCARDLE, B. H. HARRIS, P. J. Tracheid cell-wall structures and locations of (1-4)- β -D-galactans and (1-3)- β -D-glucans in compression woods of radiata pine (*Pinus radiata* D. Don). **BMC Plant Biology**, v. 16,p. 194-212, 2016.

ZHANG, M.; LAPIERRE, C.; NOUXMAN, N. L.; NIEUWOUDT, M. K.; SMITH, B. G.; CHAVAN, R. R.; MCARDLE, B. H.; HARRIS, P. J. Location and characterization of lignin in tracheid cell walls of radiata pine (*Pinus radiata* D. Don) compression woods. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 118, p. 187-198, 2017.

CAPÍTULO 21

EFICIÊNCIA DE CORES E ODORES COM USO DE ARMADILHAS NA COLETA DE COLEOPTERA: Scolytidae, EM DIFERENTES ÁREAS NO MUNICÍPIO DE JIQUIRIÇÁ-BA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 04/09/2020

Vanessa Santos da Palma

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e
Biológicas
Cruz das Almas, Bahia
<http://lattes.cnpq.br/3148424990307688>

Rosemeire Silva Oliveira

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e
Biológicas
Cruz das Almas, Bahia
<http://lattes.cnpq.br/3414425367246487>

Luana da Silva Guedes

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e
Biológicas
Cruz das Almas, Bahia
<http://lattes.cnpq.br/0064942895892859>

Rozimar de Campos Pereira

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e
Biológicas
Cruz das Almas, Bahia
<http://lattes.cnpq.br/6095243320311276>

Thiago da Conceição Martins

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e
Biológicas
Cruz das Almas, Bahia
<http://lattes.cnpq.br/9178307078710866>

Juliana Cardoso Ribeiro

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e
Biológicas
Cruz das Almas, Bahia
<http://lattes.cnpq.br/7059766404715494>

Palmira de Jesus Neta

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e
Biológicas
Cruz das Almas, Bahia
<http://lattes.cnpq.br/8823402767524291>

Valdinei dos Santos Silva

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia,
Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e
Biológicas
Cruz das Almas, Bahia.

RESUMO: Os escolítídeos são insetos muito pequenos variando de 0.5 a 1 mm de comprimento, que provoca danos característico no interior das árvores, percorrendo caminhos que levam a morte das arvores invadindo invadem os tecidos suscetíveis da planta e constroem galerias, para aí se reproduzirem. O uso de armadilhas associado a cores e a ferômonios é muito utilizado para o monitoramento populacional da família Scolytidae. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência das cores Vermelha, Preta e Verde Transparente e a atratividade dos odores 1, 2 e 3 e avaliar as áreas com maiores índices de povoamento. Foram instaladas 33 armadilhas de impacto em duas áreas na Fazenda Riacho Novo no município de Jiquiriçá. A cor de armadilha mais

eficiente foi preta, o feromônio com maior atratividade foi o odor 3 e área com maior captura dos insetos foi a área 1. A relação mais indicada entre cor da armadilha, feromônio utilizado e a área de captura apontada pelo estudo feito, mostra que o uso da cor preta associada com odor 3 na área 1 foram os mais significativos para avaliar as variáveis de interesse.

PALAVRAS-CHAVE: Escolitídeos, atração, captura.

EFFICIENCY OF COLORS AND ODORS WITH THE USE OF TRAPS IN COLLECTING COLEOPTERA: Scolytidae, IN DIFFERENT AREAS IN THE MUNICIPALITY OF JIQUIRIÇÁ-BA

ABSTRACT: The scolytids are very small insects varying from 0.5 to 1 mm in length, which causes characteristic damage inside the trees, following paths that lead to the death of the invading trees invade the susceptible tissues of the plant and build galleries to reproduce there. The use of traps associated with colors and pheromones is widely used for population monitoring of the Scolytidae family. The objective of this work was to evaluate the efficiency of the colors Red, Black and Transparent Green and the attractiveness of odors 1, 2 and 3 and to evaluate the areas with the highest population levels. 33 impact traps were installed in two areas at Farm Riacho Novo in the municipality of Jiquiriçá. The most efficient trap color was black, the most attractive pheromone was odor 3 and the area with the greatest capture of insects was area 1. The most indicated relationship between trap color, pheromone used and the capture area indicated by the study carried out, shows that the use of black color associated with odor 3 in area 1 was the most significant to evaluate the variables of interest.

KEYWORDS: Scolithids, attraction, capture.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo Pelentir (2007), as florestas possuem grandes quantidades de insetos sendo a grande maioria de ordem coleóptera e um dos mais prejudiciais aos plantios florestais, a família Scolytidae provoca danos característico no interior das árvores, percorrendo caminhos que levam a morte das arvores, são xilófagos e conhecidos como besouro da casca ou broca. Segundo Filho (1979), o estudo sobre esses insetos é essencial para o controle, visto que causa grandes preocupações entre silvicultores, devido aos danos registrados.

Adultos sexualmente maduros invadem os tecidos suscetíveis da planta e constroem galerias, para aí se reproduzirem. Os escolitídeos causam estragos nas plantas e são vetores de viroses (LIMA, 1956).

Segundo Lima (1956), são insetos muitos pequenos variando de 0.5 a 1 mm de comprimento, corpo esclerosado e cor uniforme, variando entre negra, parda e amarelada, corpo cilíndrico, possuindo élitros na parte posterior, sendo declivosos ou acentuados e com presença de dentes ou denticulo, aparelho bucal hipognata não saliente, as peças bucais são curtas, porem desenvolvidas e o pronoto é prolongado, encobrendo a cabeça.

Segundo Lima (1956), as larvas dos escolitídeos são recurvadas, subcilíndricas e desprovidas de pernas torácicas, sendo xilófagas, (caule ou nas raízes das plantas) ou espermatófagas (interior das sementes).

Para o monitoramento populacional da família Scolytidae, utiliza-se de vários métodos, sendo o uso de armadilhas em locais de foco do inseto uma das mais econômicas. Os diferentes tipos de armadilha interferem na captura e a combinação com outros atrativos como feromônio e cor facilita na atração. Outras variáveis importantes é quantidade de armadilha, a área, a distância, entre outras. (Pelentir, 2007).

Os feromônios são importantes na comunicação dos insetos a longa e curta distância. Reconhecendo a quilômetros de distância o odor emitido pelos parceiros. (Thomazini, 2009).

Além disso são essenciais para localizar a presa, seleção de plantas e na organização das atividades sociais, fazendo-se necessário o conhecimento sobre as interações químicas entre os insetos.

O presente trabalho tem como objetivo, avaliar a eficiência das cores Vermelha, Preta e Verde Transparente e a atratividade dos odores 1, 2 e 3 e avaliar as áreas com maiores índices de povoamento.

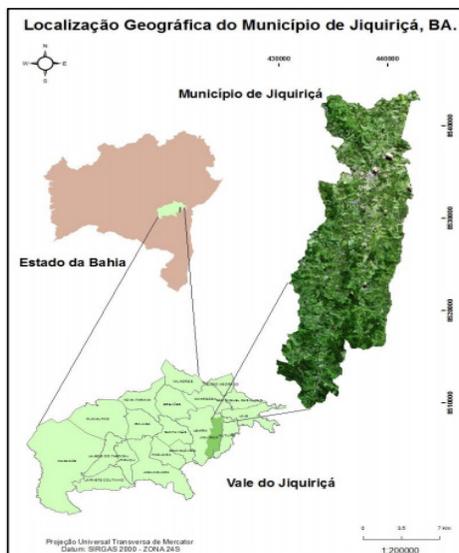
2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Localização da área de estudo

As áreas de estudo estão localizadas na Fazenda Riacho Novo, com coordenadas geográficas: Latitude: $-13^{\circ} 17' 16,33006''$ Longitude: $-39^{\circ} 33' 23,40641''$, situadas no município de Jiquiriçá, Vale do Jiquiriçá, região do estado da Bahia, abrangendo as coordenadas geográficas de latitude $-13^{\circ}15'24''$ e longitude $-39^{\circ}34'20''$, possuindo uma área total de 239,2 km².

Uma das áreas estudadas entende-se por fragmento de Mata Atlântica e a outra área um semi-bosque, com a monocultura do cacau (*Theobroma cacao*) em condições permanentes de sombreamento.

O clima predominante no município é tropical, caracterizado por inverno seco e verão chuvoso. A maior parte da topografia do município é caracterizada por relevo ondulado e forte-ondulado, com áreas montanhosas (Guerra, 2017).



Mapa 1. Localização da área de estudo.

Fonte: (Guerra, 2017)

2.2 Montagem das Armadilhas

Para montagem das armadilhas utilizou-se duas garrafas PET de 2 litros, uma delas tiveram os lados cortados e unidos com o auxílio de um grameador (Figura 1), enquanto a outra garrafa teve somente um lado cortado (Figura 2). A parte de baixo, utilizou-se para armazenar água, que é utilizada na captura do inseto, mais ou menos 500 ml de água e 10 gotas de detergente e 5 gotas de glicerina. No meio da armadilha colocou-se um recipiente tipo penicilina com um canutilho na tampa para dispersão do odor. As armadilhas de cor preta e vermelha foram pintadas com tinta a óleo, e a verde transparente permaneceu com a cor original da garrafa, todas as armadilhas foram devidamente identificadas de acordo com a repetição e o tipo de odor. Com estes dois modelos foram montadas 33 armadilhas.



Figura 1: Armadilha S3A2 vermelha.

Fonte: Autores



Figura 2: Armadilha S3A2 Preta.

Fonte: Autores.

3 | METODOLOGIA

Foram instaladas 33 armadilhas no total, na armadilha do tipo 1 foram utilizadas três repetições na cor preta, vermelha e verde transparente, com três feromônios (odor 1, 2 e 3) totalizando 27 armadilhas, o modelo 2, utilizou-se três armadilhas vermelhas e três pretas. As armadilhas foram distribuídas ao acaso, em ambas as áreas. As coletas foram realizadas quinzenalmente, por um período equivalente a quatro meses, com início em abril e termino em agosto de 2018.

Após cada coleta, o material entomológico foi levado para o laboratório de entomologia da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia para contagem e observação das populações de insetos coletadas posteriormente à contagem, o material foi separado por armadilha e reservado em frascos tipo penicilina, contendo álcool 70%.

Para determinação dos resultados, os dados provenientes das coletas foram analisados a partir de gráficos gerados com o auxílio do software Excel.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

No período de quatro meses em que se desenvolveu o experimento, foram coletados 438 indivíduos da família Scolytidae, (Figura 1 e 2), não sendo possível a identificação das espécies. O experimento em análise utilizou dois tipos diferentes de armadilha. A armadilha 1 é do tipo IAPAR (instituto Agrônômico do Paraná e a armadilha 2 é um tipo que está sendo testado para avaliar sua eficiência. A avaliação do experimento foi feita com base nos critérios de:

- Eficiência da cor;
- Atratividade do feromônio;
- Comparação entre áreas de coleta.



Figura 3: Scolytidae com coloração avermelhada coletado na área de estudo.

Fonte: Autores.

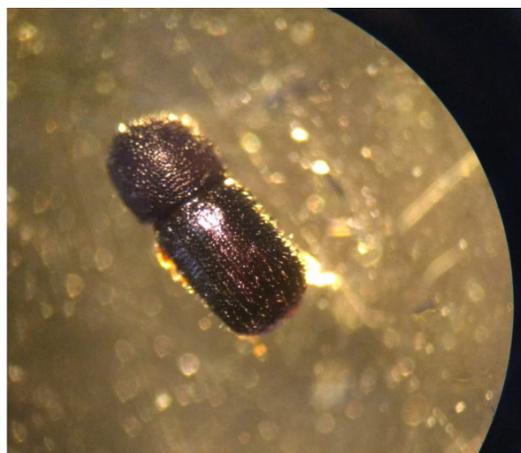


Figura 4: Scolytidae com coloração amarronzada coletado na area de estudo.

Fonte: Autores.

4.1 Eficiência da cor

As cores utilizadas no experimento para captura por impacto dos insetos foram três: Vermelha, Preta e Verde Transparente.

Através da elaboração de gráficos pôde-se fazer análises comparativa e avaliar o rendimento para captura das cores testadas. No gráfico 1 nota-se que a armadilha de cor preta, destacou-se em relação as demais, devido ao maior número de insetos capturados com um total de 198 espécimes.

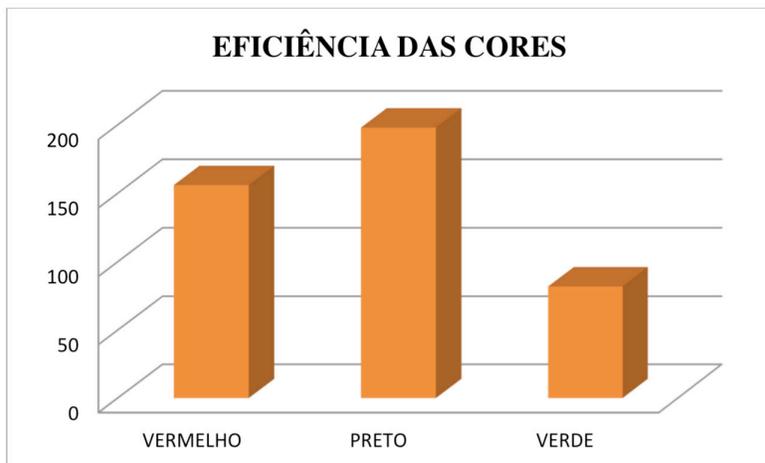


Gráfico 1: Eficiências das cores em dois tipos de armadilha.

Fonte: Autores.

A cor vermelha apresentou um bom desempenho com 156 indivíduos em comparação à armadilha verde, com um total de 82 insetos.

Segundo Smaniotto, et al. (2017), o uso de armadilha em diferentes colorações tem relação com as radiações passíveis de serem detectadas pelos insetos, sendo as ondas de menor comprimento as mais que possuem maior sensibilidade. Em alguns casos as cores funcionam como repelentes aos insetos e outras como atrativos devido as estas características relativas as radiações.

Para elaboração desse gráfico não foi considerado a ação dos diferentes tipos de feromônios, usados para atração dos insetos, e sim o efeito causado pelas cores.

4.2 Atratividade do feromônio

Os feromônios usados para atrair os insetos foi:

- S1: Testemunha – etanol.
- S2: Semioquímico
- S3: Semioquímico

A importância da utilização dos odores para atração, está relacionada com a seleção dos hospedeiros feita pelos insetos, pois as substâncias liberadas pelos hospedeiros ou pelos próprios escolitídeos governam seu comportamento de localização e colonização. O gráfico 2 apresenta a eficácia dos feromônios usados, sendo nítido que o semioquímico S3 (a ser patenteado), com 296 indivíduos, demonstrou ter poder de atração três vezes mais eficiente que a testemunha (S1) com 111 espécimes. O odor S2 (a ser patenteado), obteve um tota de 201 insetos, sendo duas vezes mais eficaz que a testemunha.

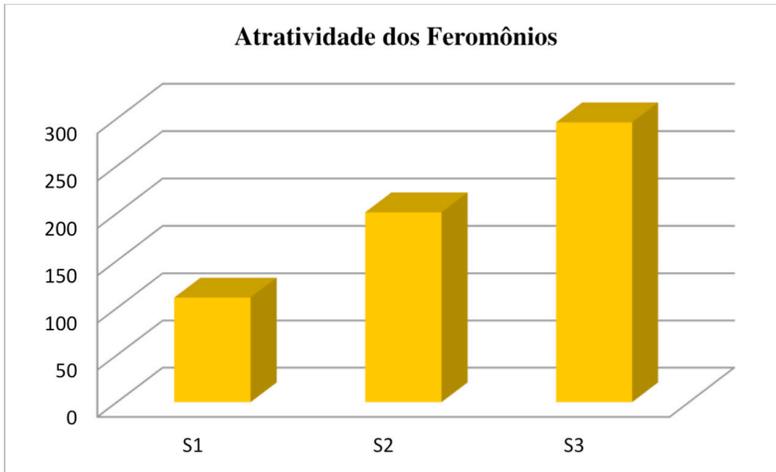


Gráfico 2: Potencial atrativo dos feromônios.

Fonte: Autores.

Segundo Thomazini (2009), táticas de MIP baseadas no comportamento do inseto são muito importantes devido ao seu alcance, pois um inseto é capaz de reconhecer curtas e longas distancias, até mesmo quilômetros o odor emitido pela fêmea, entre tantos odores da natureza.

Diante disso torna-se evidente a importância que há em avaliar os parâmetros que interferem na comunicação dos insetos, para manipulação de substancias artificiais com o mesmo efeito atrativo, para estudo mais detalhados sobre o comportamento dos insetos.

4.3 Comparação entre áreas de coleta.

As áreas utilizadas para instalação das armadilhas foi um semi-bosque (A1) caracterizado pela exploração da cultura do cacau em condições permanentes de sombreamento e fragmento de Mata atlântica (A2). O gráfico 3 ilustra a ocorrência de escolitídeos nas diferentes áreas.

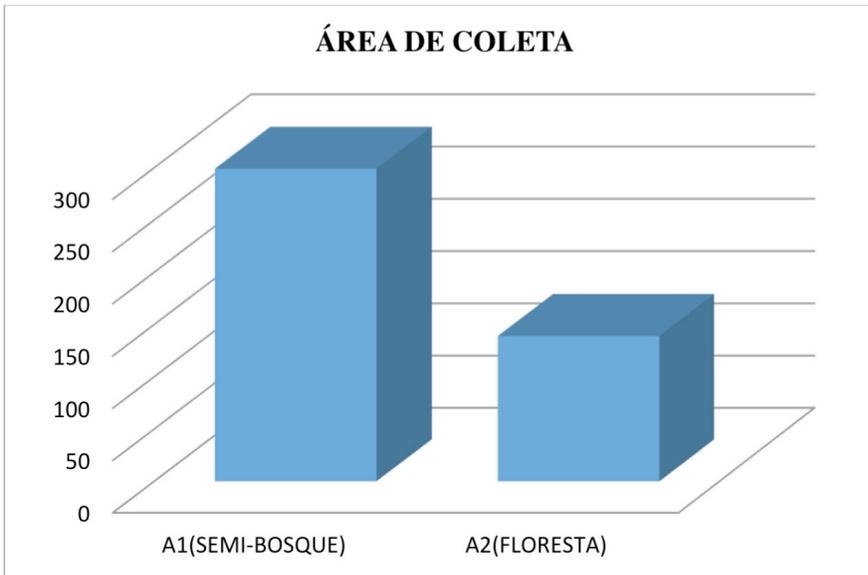


Gráfico 3: Índices ocorrência de escoltídeos nas áreas de estudo.

Fonte: Autores.

É possível observar no gráfico 3 que a área na qual o povoamento de escoltídeos teve maior incidência foi de semi-bosque (A1) com um total de 299 indivíduos coletados, enquanto que no fragmento de Mata Atlântica (A2) a incidência diminuiu consideravelmente, totalizando 139 escoltídeos.

Segundo Pereira (2015), a proliferação de escoltídeos sofreu reduções em áreas de vegetação nativa, enquanto que em áreas de reflorestamento, principalmente em madeiras comerciais, esses insetos têm se instalado permanentemente, causando prejuízos como broca na madeira e sendo vetores de fungos, de modo a serem os mais importantes predadores de plantas, essa migração é um dos indicativos de maior adaptabilidade desses insetos.

Segundo Teixeira & Veld (1997), um dos principais problemas de pragas no cupuaçu têm sido o ataque de brocas da família Scolytidae que perfuram os ramos, caule e frutos. Abrem galeria nos frutos e transmitem fungos nos ramos e caule que secam todos os ramos da planta, causando a morte. Devido as características em comum do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e do cacau (*Theobroma cacao*), que pertencem à mesma família Malvaceae, podendo ser estas uma das variáveis que levou o inseto a proliferar na área.

51 CONCLUSÃO

Diante do exposto, pode-se afirmar que as cores nas armadilhas são eficientes, tendo em vista o desempenho de todas as cores utilizadas com destaque para cor preta, devido a sua relação com fatores ambientais como o comprimento de onda, e essas interações podem ser repelentes ou atraentes, o comportamento observado para todas as cores foi positivo para a captura dos insetos.

Os odores utilizados no experimento obtiveram bom rendimento para atração dos insetos, logo a interação do feromônio com o inseto revela sua capacidade de atrair, simulando um odor característico que induz o inseto a ir de encontro ao odor.

Identificou-se a área de preferência do inseto no ambiente, tendo em que não é um local de ocorrência que tenha sido descrito em outros estudos sobre seu habitat, com isso é necessário que outros estudos sejam realizados com o intuito de conhecer as causas que induziram o inseto a migrar para este ambiente.

A relação mais indicada entre cor da armadilha, feromônio utilizado e a área de captura apontada pelo estudo feito, mostra que o uso da cor preta associada com odor 3 na área 1 foram os mais significativos para avaliar as variáveis de interesse.

É importante salientar que os dados apresentados não são conclusivos, pois o experimento ainda está em andamento.

REFERÊNCIAS

Filho, E. B. **COLEÓPTEROS DE IMPORTÂNCIA FLORESTAL: 1- Scolytidae**. IPEF n.19, p.39-43, dez.1979

GUERRA, C. P. **CONFLITOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NO MUNICÍPIO DE JQUIRIÇÁ – BA**. 2017. 53 f. TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (ENGENHARIA FLORESTAL), UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA (UFRB), CRUZ DAS ALMAS, 2017.

LIMA, A. M. C. 1956. COLEÓPTEROS. IN: LIMA, A. M. C. INSETOS DO BRASIL. RIO DE JANEIRO, ESCOLA NACIONAL DE AGRONOMIA. 1956 CAP. XXIX. P. 1-373.

PELENTIR, S. C. C. **EFICIÊNCIA DE CINCO MODELOS DE ARMADILHAS ETANÓLICAS NA COLETA DE COLEOPTERA: Scolytidae**, EM FLORESTA NATIVA NO MUNICÍPIO DE ITAARA RS. 2007. 74 f. DISSERTAÇÃO (MESTRADO EM ENGENHARIA FLORESTAL), UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, SANTA MARIA, 2007.

PEREIRA, K. T. S. D. **ARMADILHA E SEMIOQUÍMICOS PARA CAPTURA DE SCOLYTINAE**. 2015. 18 f. TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (ENGENHARIA FLORESTAL), UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA (UFRB), CRUZ DAS ALMAS, 2015

TEIXEIRA, C. A. D & VELD, P. V. D. **AS PEQUENAS BROCAS DO CUPUAÇU, XY/EBORUS SP. E HYPOCRYPHA/US SP. (COLEOPTERA: SCOL YTIDAE): DANOS E INDICAÇÕES DE MANEJO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS DE RONDÔNIA**. PORTO VELHO: EMBRAPA-CPAF-RONDÔNIA, 1997. 13P. (EMBRAPA-CPAFRONDÔNIA. CIRCULAR TÉCNICA, 27).

THOMAZINI, M. J. 2009. A COMUNICAÇÃO QUÍMICA ENTRE OS INSETOS: OBTENÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FEROMÔNIOS NO MANEJO DE PRAGAS.
IN: GONCALVES, R. C.; OLIVEIRA, L. C. DE (ED.). **EMBRAPA ACRE: CIÊNCIA E TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SUDOESTE DA AMAZÔNIA**. RIO BRANCO, AC: EMBRAPA ACRE, 2009. CAP. 17, P. 338-354.

SMANIOTTO, M. A.; CUNHA, U. S.; FINKENAUER, E.; GARCIA, M. S. **EFEITO DA COR DE ARMADILHAS ADESIVAS PARA MONITORAMENTO DE *Thaumastocoris peregrinus* CARPINTERO & DELLAPÉ (HEMIPTERA: THAUMASTOCORIDAE) NO CAMPO**. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 27, n. 3, p. 799-805, jul.-set., 2017

CAPÍTULO 22

UNIVERSO FLORESTAL

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 03/09/2020

Cintia Dayrane Duarte Moreira

Universidade Federal de Minas Gerais,
Montes Claros – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/3174077695182774>

Patrícia Leonidia dos Santos

Universidade Federal de Minas Gerais,
Montes Claros – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/4526468627111706>

Emannuely Aparecida Amaral dos Santos

Universidade Federal de Minas Gerais,
Montes Claros – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/5892836200422483>

Rodrigo Magalhaes Nunes

Universidade Federal de Minas Gerais,
Montes Claros – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/8962432910656287>

Nilza de Lima Pereira Sales

Universidade Federal de Minas Gerais,
Montes Claros – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/4555223077967974>

Leticia Renata de Carvalho

Universidade Federal de Minas Gerais,
Montes Claros – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/6864734575516230>

RESUMO: A extensão universitária é de extrema relevância para interação sociedade-universidade, que através do diálogo e das ações possibilita uma troca de conhecimento. Diante disso, o Programa FLORESTAS desenvolvido no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), une diversos projetos extensionistas voltados para o curso de Engenharia Florestal. Dentre eles, o Universo Florestal, que objetiva apresentar o curso, despertar o interesse profissional, divulgar, apresentar as instalações e possibilidades do ICA/UFMG. Isso é feito por meio de exposições realizadas em estandes, apresentações orais e explanações dos elementos constituintes do ambiente florestal, além da distribuição de panfletos informativos sobre a universidade e os cursos de graduação ofertados. Nos anos de 2017, 2018 e 2019, as ações do Universo Florestal foram realizadas em diversas escolas públicas do município de Montes Claros – MG, contemplando, respectivamente, 269, 464 e 350 visitantes, entre profissionais da educação, alunos do ensino médio e fundamental. Por meio de análises qualitativas, através do diálogo entre monitores e alunos, foi observado o interesse pela exposição, principalmente dos elementos florestais. Dessa forma, o projeto cumpre seu propósito de levar informações sobre a universidade e possibilidades de formação profissional para os alunos das escolas públicas, contribuindo para o desenvolvimento regional.

PALAVRAS-CHAVE: Engenharia florestal, extensão, educação pública, Norte de Minas Gerais, Montes Claros.

FOREST UNIVERSE

ABSTRACT: The academic extension is extremely relevant for society-university interaction, which through dialogue and actions an exchange of knowledge occurs. Therefore, the FORESTS Program developed at the Institute of Agricultural Sciences (ICA) of the Federal University of Minas Gerais (UFMG), gather several extension projects aimed at the Forest Engineering course. Among them, the Forest Universe, which aims present the course, arouse professional interest, publicize and present the facilities and possibilities of the ICA / UFMG. This is done through exhibitions held at stands, oral presentations and explanations of the elements that make up the forest environment, in addition to the distribution of informative flyers about the university and the undergraduate courses offered. In the years 2017,2018 and 2019, the actions of Forest Universe were carried out in several public schools in the municipality of Montes Claros - MG, covering, respectively, 269, 464 and 350 visitors, among education professionals, high school and elementary school students. Through qualitative analyzes, through the dialogue between monitors and students, interest in the exhibition was observed, mainly of forest elements. In this way, the project fulfills its purpose of bringing information about the university and vocational training possibilities for public school students, contributing to regional development.

KEYWORDS: Forest engineering, extension, public education, Northern Minas Gerais, Montes Claros.

1 | INTRODUÇÃO

O ensino, a pesquisa e a extensão apresentam-se, no âmbito das universidades públicas brasileiras, como uma das maiores virtudes e expressão de compromisso social (ORTEGA, 2016). A extensão é de extrema importância, já que a participação em projetos dessa categoria proporciona aos estudantes a oportunidade de experienciar a aplicabilidade da teoria aprendida em sala de aula em prol da sociedade, o que se constitui, muitas vezes, como sua primeira vivência profissional (POAGUE e NUNES, 2020).

O Norte de Minas Gerais possui uma rica biodiversidade proporcionada pela junção de três domínios morfoclimáticos, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica (ARRUDA *et al.*,2013). Além disso, difere das outras regiões por suas características sociais, econômicas, culturais e ambientais, possuindo uma economia, infraestrutura e indicadores sociais abaixo da média do estado (BATISTA, 2010). Isso torna a extensão universitária uma atividade de grande relevância para contribuir com o desenvolvimento regional e, portanto, a interiorização da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), com a implantação do Instituto de Ciências Agrárias (ICA), no município de Montes Claros, tem possibilitado o cumprimento dessa missão universitária.

O Programa FLORESTAS surgiu em 2012 com a finalidade de reunir e organizar vários projetos do curso de engenharia florestal isolados e, consolidar as ações de extensão florestal. Em consonância com o projeto pedagógico do curso, tem possibilitado a formação de um profissional capaz de entender as necessidades de indivíduos, grupos sociais e

comunidades; relacionando as questões tecnológicas, socioeconômicos, gerenciais e organizativos, usando, racionalmente, os materiais disponíveis e conservando o equilíbrio ambiental.

Diante da necessidade de divulgar o curso de engenharia florestal e o ICA/UFGM na região Norte de Minas Gerais, propôs-se em 2017, dentro do Programa FLORESTAS, o projeto “Universo Florestal”. Inicialmente, realizando-se estandes dentro do evento Biotemas, promovido pela Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES).

O evento, em parceria com a UFGM, tem como objetivo integrar as ações da universidade junto à educação básica, articulando atividades de ensino, pesquisa e extensão, tendo em vista a democratização do conhecimento acadêmico e a participação efetiva da sociedade na vida da Universidade (MACHADO *et al.*, 2013).

E o projeto Universo Florestal por sua vez, além de ir de encontro com a finalidade do evento, objetiva apresentar a forma de acesso, as oportunidades de auxílio financeiro da UFGM, as áreas de atuação e mercado de trabalho do Engenheiro Florestal. Contribuindo-se para o despertar do interesse profissional de alunos do ensino fundamental e médio das escolas públicas.

1.1 Fundamentação teórica

Além de se destacar pelas particularidades ambientais, econômicas e possuir uma rica cultura. A região é caracterizada por possuir as temperaturas mais elevadas de Minas Gerais, com precipitações médias anuais de no máximo 850 mm, e com estiagem de abril a outubro (REBOITA, 2015).

O município de Montes Claros localiza-se entre os domínios morfológicos Cerrado, Caatinga e Mata Seca (Mata Atlântica). Sua área territorial compreende 3.589.811 km², com uma população estimada de 413.487 habitantes (IBGE, 2020). No âmbito da educação, o município possui 66.946 matriculados no ensino fundamental e médio, distribuídos em 204 estabelecimentos de ensino. Com um Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), de 6,4 para o ensino fundamental e 4,5 para o ensino médio (IBGE, 2020).

Considerado polo universitário, Montes Claros se institui como rede de referência regional (GOLDENBERG *et al.*, 2005). Dentre as instituições públicas do município, se destaca a Universidade Federal de Minas Gerais (UFGM) que por meio do Decreto nº 63.416, de 11 de outubro de 1968, adquiriu o Colégio Agrícola “Antônio Versiani Athayde” (BRASIL, 1968). Em 2008, deixou de ser unidade especial e passou ao status de unidade acadêmica da UFGM, com a denominação de Instituto de Ciências Agrárias-ICA (DE ALMEIDA, 2016).

Com cursos voltados para atender as necessidades da região, muitas vezes, informações sobre a existência dessa unidade da UFGM em Montes Claros não chegam às localidades desfavorecidas social e economicamente do município e, muito menos nas cidades vizinhas. Fato que vai contra a missão da UFGM, que objetiva ultrapassar as

desigualdades econômicas e sociais, oferecendo oportunidades de formação superior com qualidade para todos.

O ICA oferece cursos de pós graduação e graduação, dentre eles o curso de Bacharelado em Engenharia Florestal, implantado em 2009, que tem como missão:

Atender às reais necessidades da Região Norte de Minas Gerais, em termos de produção florestal, manejo florestal e ambiental sustentável e tecnologia de produtos florestais (Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Florestal da UFMG, 2012).

Segundo o IBGE (2018), Minas Gerais possui uma área de 2.021.516 ha de plantios florestais, apresentando um percentual de 20,43% da área total de silvicultura do Brasil, sendo a região Norte de Minas Gerais, uma das principais regiões com vocação florestal do estado, caracterizando-se por grandes áreas de plantios florestais e áreas de vegetação natural grandemente exploradas pelo extrativismo local, uma das principais fontes de renda e sobrevivência de inúmeras famílias de comunidades Norte mineiras.

Esta população é detentora de saberes populares sobre o uso da biodiversidade local, e de estratégias de sobrevivência sob condições climáticas bem inóspitas durante grande parte do ano. Tais conhecimentos, somados àqueles gerados no interior da universidade, quando trocados entre os atores, são capazes de promover significativas mudanças sociais e até econômicas. A extensão florestal é um dos instrumentos que tem promovido essas trocas e interferência positiva na realidade social e desenvolvimento regional do Norte de Minas.

2 | METODOLOGIA

O Projeto Universo Florestal foi desenvolvido ao longo dos anos de 2017 a 2019 por meio da recepção de alunos, professores, funcionários e outros membros da comunidade, em exposições nos pátios das escolas públicas estaduais de Montes Claros-MG.

Para as exposições foram preparados estandes com materiais representativos das diversas áreas de conhecimento da engenharia florestal (Ecologia Florestal, Manejo Florestal, Tecnologia de Produtos Florestais e Silvicultura). Reuniu-se para cada exposição, instrumentos para mensuração florestal, exsicatas botânicas de representantes de espécies florestais úteis, sementes florestais, mudas de espécies florestais nativas e exóticas, caixas entomológicas com insetos pragas, microrganismos de importância florestal, xiloteca e produtos de base florestal, maquetes ilustrativas do ambiente florestal, células e tecidos vegetais (Figura 1).

Durante a visitação do público, os bolsistas e voluntários de extensão, alunos do curso de engenharia florestal do ICA esclareciam sob cada elemento usado e qual a sua relação com as áreas de conhecimento, abordava-se sobre as áreas de atuação do engenheiro florestal e possibilidades de trabalho na região Norte de Minas, no estado e no país.

Foram distribuídos panfletos e outros materiais informativos sobre o curso de engenharia florestal da UFMG e demais cursos do Instituto de Ciências Agrárias, além de cursos da UFMG, campus Pampulha e algumas vezes, brindes como doces e produtos advindos de frutos nativos da região.

Como metodologia para avaliar o conhecimento da população sobre a existência do ICA/UFMG na cidade de Montes Claros, do curso de engenharia florestal e intenção dos estudantes de adentrar no ensino superior, aplicou-se um questionário semiestruturado onde os participantes respondiam as seguintes perguntas: a) “Você conhece ou já ouviu falar do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG em Montes Claros?”; b) “Você conhece ou já ouviu falar sobre o curso de Engenharia Florestal?”; c) “Você pensa em fazer um curso superior?”; com respostas: “sim, não, talvez”; foi realizada uma pergunta sobre conservação do meio ambiente: d) “Como você classifica a necessidade de conservação do meio ambiente?”; com as respostas pré-estabelecidas: “necessário, mediano, desnecessário”.



Figura 1: Foto do estande Universo Florestal. Onde: A, C e D: Fotos de 2019. B: Foto de 2018. E: Foto da primeira equipe em 2017.

Fonte: próprio autor.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estande Universo Florestal, apresentado desde 2017, como parte do evento Biotemas, realizou exposições nas Escolas Estaduais Antônio Canela, Francisco Lopes da Silva, Professor Hamilton Lopes, Antônio Figueira, Delfino Magalhães, e Levi Durães Peres (Figura 2) em diversas regiões do município de Montes Claros (Anexo I); recepcionando alunos do ensino fundamental e do ensino médio, incluindo professores e funcionários.

O público alcançado foi contabilizado por meio de assinaturas em listas padronizadas, sendo que, em 2017 alcançou-se 269 visitantes, em 2018 alcançou-se 464 e, em 2019 alcançou-se 350 visitantes.

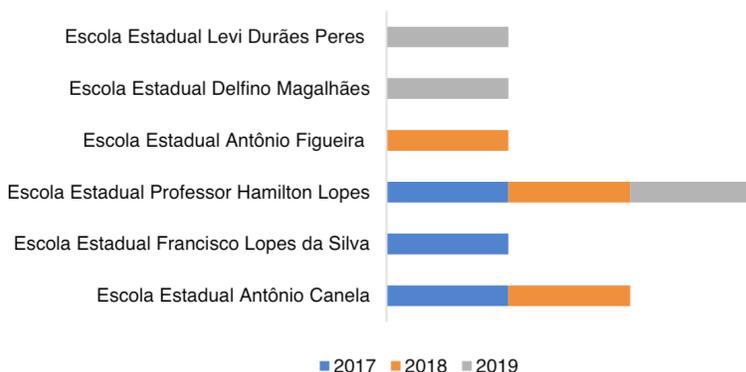


Figura 2: Escolas públicas do município de Montes Claros beneficiadas com a exposição do Estande Universo Florestal nos anos de 2017, 2018 e 2019.

Fonte: próprio autor.

Os questionários aplicados, durante os eventos, foram respondidos por 37 alunos em 2017 e 83 em 2018. Cerca de 38% dos alunos responderam que já conheciam o ICA/UFMG em 2017 e 53% em 2018. Os alunos que não conheciam ou nunca tinham ouvido falar da UFMG em Montes Claros constituíram-se de aproximadamente 49% em 2017 e 40% em 2018. Aqueles alunos que tinham dúvidas, constituíram-se de 13% dos entrevistados em 2017 e 7% dos entrevistados em 2018.

Mesmo que tenha havido um aumento no número de estudantes que conheciam a UFMG em Montes Claros de 2017 para 2018, o desconhecimento ou dúvida sobre a existência ainda era quase da metade dos entrevistados, demonstrando-se a importância de ações como o Universo Florestal nas escolas públicas de Montes Claros e na região Norte de Minas Gerais para apresentar novas possibilidades de cursos e profissões acessíveis a essa população. Além de esclarecer as formas de entrada numa das melhores universidades públicas do país, de todos os benefícios que um acadêmico dessa instituição pode receber e, da qualidade do profissional que ele poderá vir a se tornar.

Com o propósito de promover o curso de Engenharia florestal, foi perguntado aos estudantes se eles conheciam ou já tinham ouvido falar do curso. Cerca de 58% dos participantes, nos dois anos (2017 e 2018) falaram que já conheciam o curso, resultado importante para a equipe, que em 2019, resolveu abordar mais temas das ciências florestais durante o evento Biotemas.

Afim de determinar a disposição dos alunos quanto a entrar no ensino superior, foi perguntado aos participantes se pretendiam fazer algum curso superior. Dentre os participantes, 74% nos dois anos (2017 e 2018), responderam que tinham interesse em entrar no ensino superior. Sabe-se que historicamente, o ensino superior público tem favorecido uma minoria; e que as vagas em sua grande maioria são ocupadas por aqueles que possuem maior poder aquisitivo e cursaram o ensino médio em escolas particulares (DIAS *et al.*, 2010). E o interesse de alunos pertencentes a escolas estaduais, demonstra a importância dessas ações para o aumento dos egressos de escolas públicas no ensino superior.

A população mundial tem mostrado que está cada vez mais consciente da degradação do meio ambiente, com impactos diretos na qualidade de vida e na própria sobrevivência da espécie humana (MARCATTO, 2002). E este fato foi observado quando perguntado aos estudantes quanto a necessidade de conservação do meio ambiente, obtendo-se uma resposta muito positiva, onde 92% em 2017 e 94% em 2018 dos alunos responderam que há necessidade de conservação do meio ambiente. Apenas 3% em 2017 e 1% em 2018, acharam ser desnecessário a conservação do meio ambiente.

A educação ambiental é uma das ferramentas existentes para a sensibilização e capacitação da população em geral sobre os problemas ambientais, e um de seus públicos alvos são os estudantes em geral (MARCATTO, 2002). E pensando nisso, com a perspectiva de aumentar a porcentagem de alunos atendidos, o Projeto Universo Florestal, em 2018 com o apoio do Centro Espírita Oriental, fez um evento para mostrar não só o curso de Engenharia Florestal, mas sim todos os cursos do ICA, com o objetivo de demonstrar aos alunos participantes desse centro as diversas oportunidades de cursos nas Ciências Agrárias, além de sensibilizar e capacitar os jovens sobre os problemas ambientais atuais.

4 | CONCLUSÕES

Nos três anos do estande Universo Florestal o público demonstrou interesse pela sua apresentação. Parte do público atendido passou a conhecer a existência do ICA, como um Campus da UFMG situado no município de Montes Claros. Parte do público, demonstrou interesse pela profissão Engenharia Florestal e pelas maneiras de ingresso na UFMG. O projeto tem cumprido seus objetivos nesses três anos de existência.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, D. M.; FERREIRA-JUNIOR, W. G.; DUQUE-BRASIL, R.; SCHAEFER, C. E. R. **Phytogeographical patterns of dry forests sensu stricto in Northern Minas Gerais, Brazil**. Anais da Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro, v. 85, n. 2, p. 623-634, 2013.

BATISTA, E. H. A. 2010. **“Povos” de Santana: condições de vida e mobilidade espacial no norte do estado de Minas Gerais**. 131f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) - Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. 2010.

BRASIL. Decreto nº 63.416, de 11 de outubro de 1968 – Provê sobre a transferência de estabelecimento de ensino agrícola para a Universidade Federal de Minas Gerais. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Imprensa Oficial.

DE ALMEIDA, N. A. 2016. **EMPREENDEDORISMO E INOVAÇÃO: Um estudo junto aos servidores do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG**. 136f. Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica e Propriedade Intelectual) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2010.

DIAS, E. C. M.; THEÓFILO, C. R.; LOPES, M. A. S. **Evasão no Ensino Superior: Estudo dos Fatores Causadores da Evasão no Curso de Ciências Contábeis da Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes – MG**. Congresso de Iniciação Científica em Contabilidade – FIPECAFI/ USP – 2010.

GOLDENBERG, P.; FIGUEIREDO, M. C. T.; SILVA, R. S. **Gravidez na adolescência, pré-natal e resultados perinatais em Montes Claros, Minas Gerais, Brasil**. Cadernos de Saúde Pública, v. 21, n. 4, p. 1077-1086, 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Bases e referenciais**. [online]. Disponível na internet via: <https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>. Arquivo consultado em 31 de agosto de 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Pesquisas. 2020**. [online]. Disponível na internet via: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/pesquisa/16/127_05. Arquivo consultado em 31 de agosto de 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Panorama. 2020**. [online]. Disponível na internet via: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/montes-claros/panorama>. Arquivo consultado em 31 de agosto de 2020.

MACHADO, L. S. B.; MOTA, M. A. S.; MONTE ALTO, R. L.; NEVES, M. O. R.; PALHARES, L. T. N. **Biotemas Itinerante e Educação Básica: Novo espaço de interação, inovação e transformação do Projeto Biotemas**. Revista Intercâmbio, v.4, p. 56-67, 2013.

MARCATTO, C. **Educação ambiental: conceitos e princípios**. Belo Horizonte: FEAM, 2002. 64 p.

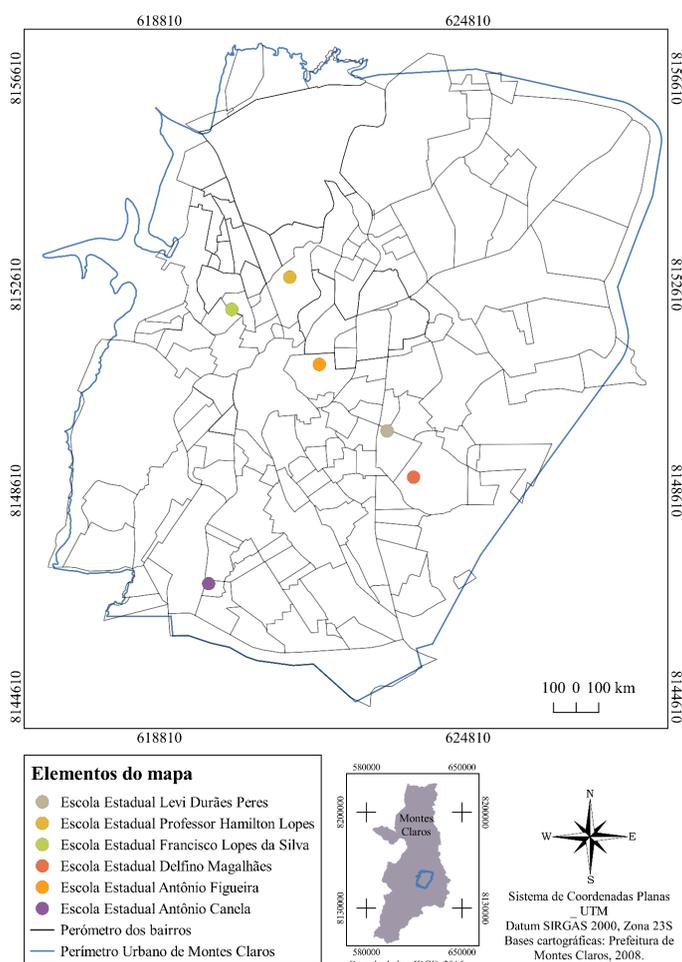
ORTEGA, L. M. **Programa Empreendedorismo-escola: Influenciando a universidade por meio do tripé ensino, pesquisa e extensão**. RACEF – Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace. v. 7, n. 1, Ed. Esp. Ecossistemas de Inovação e Empreendedorismo, p. 118-132, 2016.

POAGUE, K. I. H. M.; NUNES, J. C. S. **O ensino que não cabe dentro de sala de aula**. Interfaces-Revista de Extensão da UFMG, v. 8, n. 1, p. 182-194, 2020.

Prefeitura de Montes Claros. **Infraestrutura e serviços urbanos** [online]. Disponível na internet via <http://www.montesclaros.mg.gov.br/infraestrutura/mapas.htm>. Arquivo consultado em 31 de agosto de 2020.

Projeto pedagógico do curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Minas Gerais. 2012. 123 p. Disponível em: <https://www.ica.ufmg.br/?graduacao=engenharia-florestal>. Arquivo consultado em 31 de agosto de 2020.

REBOITA, M. S.; RODRIGUES, M.; SILVA, L. F.; ALVES, M. A. **Aspectos climáticos do estado de minas gerais (climate aspects in minas gerais state)**. Revista Brasileira de Climatologia, v. 17, 2015.



ANEXO I - Mapa da localização das escolas estaduais na zona urbana de Montes Claros, MG.
Fonte: próprio autor. Base de dados IBGE (2015) e Prefeitura de Montes Claros (2008).

SOBRE A ORGANIZADORA

CRISTINA ALEDI FELSEMBURGH - Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (2003), obteve seu mestrado em Ciências de Florestas Tropicais pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (2006) e Doutorado em Ecologia Aplicada pela Universidade de São Paulo (2009). Pós-Doutorado na Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Divisão de Funcionamento de Ecossistemas Tropicais (2016). Atua como professora da Universidade Federal do Oeste do Pará, no Instituto de Biodiversidade e Florestas desde 2010. Atualmente a autora tem se dedicado aos projetos voltados à área de Ecologia Aplicada. Contato: crisalefel@gmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Áreas Degradadas 24, 30, 35, 146

Atração 89, 234, 235, 240, 243

B

Biologia Reprodutiva 83, 89, 90

C

Captura 228, 234, 235, 236, 239, 243

Ciclagem de Carbono 133

Ciclagem de Nutrientes 56, 96, 103, 118, 129, 130, 131

Cobertura Florestal 24, 27, 36, 93, 94, 224

Conservação Genética 83, 84

Conservação Produtiva 168, 176, 180, 181, 184, 186

Corte Seletivo 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35

Crescimento Inicial 187, 190, 195, 199, 201, 211, 212, 218

Crescimento Populacional 14, 73

D

Degradação Florestal 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 34

Dendrometria 105

Desenvolvimento Sustentável 168, 169, 175, 181, 244

Desmatamento 15, 24, 25, 26, 28, 30, 32, 34, 35, 65, 89, 133, 134, 141, 143

Drone 39, 40

E

Ecologia da Paisagem 1, 2, 3, 4, 5, 9, 12, 13

Ecologia Florestal 118, 248

Educação Pública 245

Espécies Florestais 76, 86, 89, 107, 184, 188, 189, 190, 192, 193, 194, 209, 212, 213, 214, 224, 248

Extensão Universitária 245, 246

F

Ferômonios 233

Flora 5, 64, 68, 84, 90, 132, 133, 151, 198

Forragem 156, 157, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165

Fragmentação Florestal 1, 65

G

Geoprocessamento 4, 14, 39, 117

H

Hidrologia Florestal 92, 102, 103

Histologia em Madeira 226

I

Inimigos Naturais 71, 72, 73, 74, 75, 78

Insetos 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 233, 234, 235, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 248

Inventário Florestal 46, 108, 115, 134, 138, 204

L

Lignina 158, 226, 227, 228, 229, 230

M

Manejo Florestal 105, 106, 115, 248

Modelos de Produção 213

P

Planejamento Ambiental 1, 3, 4, 12

Plantios Homogêneos 188

Pragas Florestais 71, 77, 78

Produtos Florestais Não Madeireiros 145, 150

R

Recursos Hídricos 15, 23, 92, 93, 95, 96, 203, 216

Recursos Medicinais e Dermocosméticos 145

S

Silvicultura 80, 189, 199, 213, 248

Solo Florestal 58

Sucessão Natural 46, 55

T

Taxa de Decomposição 117, 118, 119, 123, 127, 128

Taxa de Sobrevivência 188, 189, 192, 197, 213, 220

U

Uso do Solo 141, 213, 216, 217, 218

V

Volumetria 105



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A Produção do Conhecimento na Engenharia Florestal

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A Produção do Conhecimento na Engenharia Florestal