



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)

 **Atena**
Editora
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 (KOBLOITZ 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.

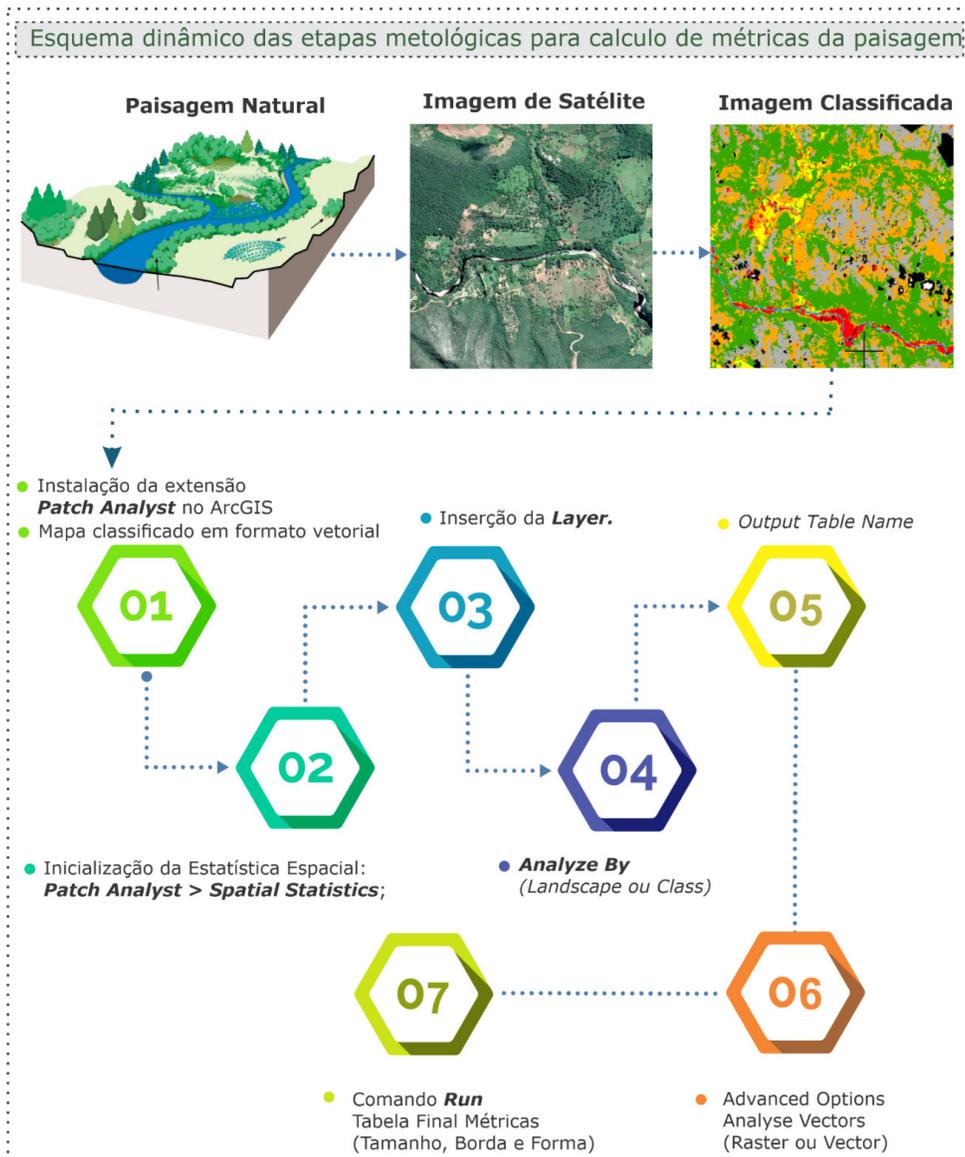


Figura 2. Fluxograma dos procedimentos metodológicos para calcular métricas de paisagens pelo *Patch Analyst*.

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.

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