

Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 2



Cristina Aledi Felsemburgh
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2020

Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 2



**Cristina Aledi Felsemburgh
(Organizadora)**

Atena
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Maria Alice Pinheiro

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof^a Dr^a Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof^a Dr^a Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

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

Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof^a Dr^a Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Prof^a Dr^a Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Prof^a Dr^a Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^a Dr^a Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof^a Dr^a Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof^a Dr^a 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
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. 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
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
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
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

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. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a 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
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a 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
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
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
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
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 Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 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. Lilian 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. Me. 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. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E55	<p>Empreendedorismo e inovação na engenharia florestal 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Cristina Aledi Felsemburgh. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia. ISBN 978-65-5706-080-3 DOI 10.22533/at.ed.803200506</p> <p>1. Engenharia florestal. 2. Empreendedorismo. I. Felsemburgh, Cristina Aledi.</p> <p style="text-align: right;">CDD 361.61</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que apresentamos o e-book “Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 2” que foi elaborado para a divulgação de resultados e avanços relacionados às Ciências Florestais. O e-book está disposto em 1 volume subdividido em 16 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 para a diversidade, abordando a fitossociologia, conservação da vegetação, ecologia e distribuição espacial de espécies. Em uma segunda parte, os trabalhos estão estruturados aos temas voltados para ao crescimento e desenvolvimento de mudas na recuperação ambiental, uso da adubação química e orgânica e ainda à propagação vegetativa e variabilidade genética. Em uma terceira parte, os trabalhos estão voltados para a conservação de espécies em áreas urbanas, planejamento paisagístico e planejamento e gestão de recursos hídricos. Em uma quarta parte, os temas estão relacionados aos produtos florestais, propriedades e indústria da madeira e colheita florestal. E finalizando, em uma quinta parte com um trabalho sobre a utilização de extratos de origem vegetal como alternativa terapêutica. Desta forma, o e-book “Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 2” apresenta resultados relevantes realizados por diversos professores e acadêmicos que serão apresentados neste de forma didática. Agradecemos o empenho e dedicação de todos os autores das diferentes instituições de ensino, pesquisa e extensão, por partilharem 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 Felseburgh

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ESTRUTURA FITOSSOCIOLÓGICA COM GRUPOS ECOLÓGICOS DO COMPONENTE ARBÓREO ADULTO EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA DENSA DO ESTADO DE PERNAMBUCO	
Raquel Elvira Cola Mariana da Silva Leal Stheffany Carolina da Silva Lóz Anne Carolyne Silva Vieira Lucas Galdino da Silva Andréa de Vasconcelos Freitas Pinto Mayara Dalla Lana Carlos Frederico Lins e Silva Brandão	
DOI 10.22533/at.ed.8032005061	
CAPÍTULO 2	13
ANÁLISE FLORÍSTICA DE FRAGMENTOS DE VEGETAÇÃO PARA PROJETOS RODOVIÁRIOS	
Denison Lima Correa Juliana Fonseca Cardoso Jorleide Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.8032005062	
CAPÍTULO 3	24
ESTRUTURA POPULACIONAL E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE <i>Theobroma speciosum</i> Willd.ex Spreng NA FLORESTA NACIONAL DO TAPIRAPÉ-AQUIRI	
Gleysla Gonçalves de Carvalho Fernandes Luana do Carmi Oliveira Ferreira Amanda Nadielle Barros Isoton Danielly Macedo Vieira Gilberto Andersen Saraiva Lima Chaves Álisson Rangel Albuquerque André Luis Macedo Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.8032005063	
CAPÍTULO 4	32
ACOMPANHAMENTO DO CRESCIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DE MUDAS DE PARICÁ EM ÁREA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL NA REGIÃO DE CARAJÁS	
Kamila da Silva Teles Gonçalves Kessy Jhonnes Soares da Silva Hermogenes Ronilson Silva de Sousa Vanessa Patrícia Berté Kafer Daiane de Cinque Mariano Ângelo Augusto Ebling André Luis Macedo Vieira Cândido Ferreira de Oliveira Neto Ismael de Jesus Matos Viégas Ricardo Shigueru Okumura	
DOI 10.22533/at.ed.8032005064	

CAPÍTULO 5 43

COMPORTAMENTO INICIAL DA *Virola surinamensis* EM ÁREA DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Nayra Beatriz de Souza Rodrigues
Kessy Jhonnes Soares da Silva
Hermogenes Ronilson Silva de Sousa
Vitória de Cássia Viana Silva Lima
Gabriel Costa Galdino
Daiane de Cinque Mariano
Ângelo Augusto Ebling
André Luis Macedo Vieira
Cândido Ferreira de Oliveira Neto
Ismael de Jesus Matos Viégas
Ricardo Shigueru Okumura

DOI 10.22533/at.ed.8032005065

CAPÍTULO 6 54

BIOMASSA E AGREGAÇÃO RADICULAR EM MINIESTACAS DE *Myracrodruon urundeuva* ALLEMÃO

Mellina Nicácio da Luz
Eder Ferreira Arriel
Geovanio Alves da Silva
Rita de Cassia Henriques Delfino
Erika Rayra Lima Nonato
Juliana Araújo Leite
Sérvio Túlio Pereira Justino
Clícia Martins Benvinda Nóbrega
Valeska Regina Silva Martins

DOI 10.22533/at.ed.8032005066

CAPÍTULO 7 63

CORRELAÇÕES GENÉTICAS E AGRUPAMENTOS DE PROGÊNIES DE *Myracrodruon urundeuva*

Francieli Alves Caldeira Saul
Daniele Fernanda Zulian
Luciane Missae Sato
Lara Comar Riva
José Cambuim
Alexandre Marques da Silva
Mario Luiz Teixeira de Moraes

DOI 10.22533/at.ed.8032005067

CAPÍTULO 8 71

VARIAÇÃO GENÉTICA PARA CARACTERES DE CRESCIMENTO EM PROGÊNIES DE *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. EM SELVÍRIA, BRASIL

Francieli Alves Caldeira Saul
Daniele Fernanda Zulian
Alexandre Marques da Silva
Maiara Ribeiro Cornacini
José Cambuim
Regivan Antônio de Saul
Mario Luiz Teixeira de Moraes

DOI 10.22533/at.ed.8032005068

CAPÍTULO 9 79

AS FLORESTAS URBANAS SOB A ÓTICA DA CONSERVAÇÃO GENÉTICA

Lara Comar Riva
Marcela Aparecida de Moraes
Mayara Aparecida de Moraes
Mario Luiz Teixeira de Moraes

DOI 10.22533/at.ed.8032005069

CAPÍTULO 10 91

USO DE GEOTECNOLOGIAS NO MAPEAMENTO DA ARBORIZAÇÃO DO BAIRRO BIVAR OLINTO NA CIDADE DE PATOS – PB

Everton Monteiro da Costa
Marcelo Pereira Dutra Júnior
Denize Monteiro dos Anjos
Felipe Silva de Medeiros
Antonio Amador de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.80320050610

CAPÍTULO 11 102

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA COMO FERRAMENTA DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Isleia de Oliveira Silva
Ana Paula Brito de Sousa
Luiza Layana Oliveira Rodrigues Menezes
Rayara Barros Silva
Cristiane Matos da Silva
Júnior Hiroyuki Ishihara

DOI 10.22533/at.ed.80320050611

CAPÍTULO 12 111

ANÁLISE OPERACIONAL DO FORWARDER NO BALDEIRO DE TORAS DE PINUS TAEDA L. EM OPERAÇÃO DE PRIMEIRO DESBATE MISTO.

Daiane Alves de Vargas
Franciny Lieny Souza
Jean Alberto Sampietro
Helen Michels Dacoregio
Marcelo Bonazza
Luís Henrique Ferrari
Vinicius Schappo Hillesheim
Erasmu Luis Tonett
Natali de Oliveira Pitz

DOI 10.22533/at.ed.80320050612

CAPÍTULO 13 118

EFEITO DO PREPARO DO SOLO NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE *Eucalyptus* sp.

Maurício Leodino de Barros
Thaís Souza Marques
Victor Augusto Lopes Maranhão
Mayara Suellem dos Santos Marinho
Renata Guilherme Cândido da Silva
Andreza Rafaella Carneiro da Silva dos Santos
Vânia Aparecida de Sá

DOI 10.22533/at.ed.80320050613

CAPÍTULO 14	128
KRIGAGEM PARA A ESTIMATIVA DA ALTURA DE ÁRVORES DE EUCALIPTO EM ÁREA DE DECLIVE	
Luilla Lemes Alves	
Bruno Oliveira Lafetá	
Ivan da Costa Ilhéu Fontan	
Ícaro Tourino Alves	
Tamires Moussolech Andrade Penido	
Adéliton da Fonseca de Oliveira	
Isadora Azevedo Perpétuo	
DOI 10.22533/at.ed.80320050614	
CAPÍTULO 15	140
CARACTERIZAÇÃO DE PAINÉIS DE MADEIRA PLÁSTICA E SUA UTILIDADE NA INDÚSTRIA MADEIREIRA	
Yonny Martinez Lopez	
Fabricio Gomes Gonçalves	
Juarez Benigno Paes	
Pedro Gutemberg de Alcântara Segundinho	
Marcos Alves Nicácio	
Emily Soares Gomes da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.80320050615	
CAPÍTULO 16	154
ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E MODULADORA DE <i>Eucalyptus camaldulensis</i> DEHN FRENTE À LINHAGENS MULTIRRESISTENTES DE <i>Staphylococcus aureus</i>	
Gil Sander Próspero Gama	
Samuel de Barros Silva	
Raizza Eveline Escórcio Pinheiro	
João Sammy Nery de Souza	
Thiago Pereira Chaves	
DOI 10.22533/at.ed.80320050616	
SOBRE A ORGANIZADORA	164
ÍNDICE REMISSIVO	165

KRIGAGEM PARA A ESTIMATIVA DA ALTURA DE ÁRVORES DE EUCALIPTO EM ÁREA DE DECLIVE

Data de aceite: 12/05/2020

Data de Submissão: 06/03/2020

Luilla Lemes Alves

Instituto Federal de Minas Gerais, Departamento
de Engenharia Florestal
São João Evangelista – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/3413855661495808>

Bruno Oliveira Lafeté

Instituto Federal de Minas Gerais, Departamento
de Engenharia Florestal
São João Evangelista – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/7137536896294497>

Ivan da Costa Ilhéu Fontan

Instituto Federal de Minas Gerais, Departamento
de Engenharia Florestal
São João Evangelista – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/2851092835077975>

Ícaro Tourino Alves

Instituto Federal de Minas Gerais, Departamento
de Engenharia Florestal
São João Evangelista – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/4915060772094998>

Tamires Mousslech Andrade Penido

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha
e Mucuri,
Departamento de Engenharia Florestal
Diamantina – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/9574491245202619>

Adéliton da Fonseca de Oliveira

Instituto Federal de Minas Gerais, Departamento
de Engenharia Florestal
São João Evangelista – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/9434445136457223>

Isadora Azevedo Perpétuo

Instituto Federal de Minas Gerais, Departamento
de Engenharia Florestal
São João Evangelista – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/1961931804871987>

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de diferentes métodos de krigagem e modelos matemáticos de semivariograma teórico na estimativa da altura de eucalipto em área de declive. Aos 62 meses de idade foi realizado o inventário florestal em um talhão de 11,6 ha, sendo lançada uma parcela de 100 × 80m (8.000m²) em seu interior. A declividade das duas maiores arestas da parcela foi de 1% (relevo plano) e nas duas menores arestas, de 19% (relevo ondulado). A altura de todas as árvores foi medida. A análise de interpolação espacial adotou dois métodos de krigagem (simples e ordinária) e três modelos de semivariograma teórico (esférico, exponencial e gaussiano). Os ajustes do modelo gaussiano exibiram estimativas sem viés, com poucos desvios. Para o mesmo

modelo de semivariograma, o método de krigagem simples apresentou desempenho um pouco melhor na fase de validação que aquele da krigagem ordinária. Conclui-se que o método de krigagem simples associado ao modelo de semivariograma teórico gaussiano é eficiente para análises de interpolação geoestatísticas da altura de árvores de eucalipto em área de declive.

PALAVRAS-CHAVE: Dependência espacial; Geoestatística; Método probabilístico; Interpolação; hipsometria.

KRIGING FOR HEIGHT ESTIMATE OF EUCALYPT TREES IN A SLOPING AREA

ABSTRACT: The objective of the present work was to evaluate the performance of different kriging methods and theoretical semivariogram mathematical models in the estimation of eucalyptus height in a slope area. a plot of 100 × 80m (8.000m²) is being launched inside. The slope of the two largest edges of the plot was 1% (flat relief) and the two smallest edges, 19% (undulating relief). The height of all trees was measured. Spatial interpolation analysis adopted two kriging methods (simple and ordinary) and three theoretical semivariogram models (spherical, exponential and gaussian). gaussian model adjustments exhibited unbiased estimates with few deviations. For the same semivariogram model, the simple kriging method performed slightly better in the validation phase than that of ordinary kriging. It is concluded that the simple kriging method associated with the gaussian theoretical semivariogram model is efficient for geostatistical interpolation analysis of eucalyptus tree height in slope area.

KEYWORDS: Spatial dependence; Geostatistics; Probabilistic method; Interpolation; hipsometry.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países com maior extensão de área plantada com espécies florestais, abrangendo cerca de 7,83 milhões de hectares. Desse total, 5,7 milhões são ocupados por plantações de *Eucalyptus* (IBÁ, 2019). Trata-se de um gênero de grande importância comercial que exhibe altas produtividades em território nacional, com médias oscilando de 35 a 45 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. O sucesso da produção madeireira é consequência de programas de melhoramento genético, melhorias em práticas de preparo de solo, propagação de plantas, fertilização e demais técnicas silviculturais (NUNES, et al., 2016; BARRETO et al., 2016).

Para a quantificação da produtividade volumétrica de um povoamento florestal é fundamental a realização do inventário florestal. Neste procedimento, são tradicionalmente levantadas informações do diâmetro à altura do peito (DAP) de todos os fustes presentes nas unidades amostrais e a tomada da altura total de apenas parte desses fustes. Posteriormente, é estimada via modelagem hipsométrica

a altura das demais árvores que não tiveram seu fuste medido (BINOTI et al., 2013).

A modelagem hipsométrica é convencionalmente realizada por meio de modelos de regressão, estabelecendo uma relação funcional entre a altura e outra variável de fácil obtenção, como o DAP. A medição da altura é operacionalmente mais laboriosa do que aquela de DAP, além de prejudicada na presença de ventos e espaçamentos adensados (BINOTI et al., 2013; MENDONÇA et al., 2015; CAMPOS; LEITE, 2017).

Uma alternativa promissora para a modelagem da relação hipsométrica consiste no uso da interpolação espacial, que permite a análise, inclusive, de dependência espacial (ALVARENGA et al., 2012). A aplicação de interpolação visa a estimativa de valores em pontos não amostrados a partir de informações dos pontos amostrados, considerando a estrutura de dependência espacial da característica em estudo (GUEDES et al., 2012). Os interpoladores de dados espaciais têm sido utilizados em diversos setores da área agrícola e ambiental; exemplos podem ser encontrados para a estimativa de erosividade (BATISTA et al., 2018), precipitação (VIOLA et al., 2010), volume de madeira (LUNDGREN et al., 2015), fertilidade e textura de solos (SKORUPA et al., 2012), falhas e, ou, mortalidade de plantas (ODA-SOUZA et al., 2008). Entretanto, ainda, são poucas pesquisas que contemplam a análise espacial da altura de árvores.

A interpolação de dados espaciais por meio de krigagem é a mais conhecida pelos gestores florestais. A análise de tal interpolação é realizada predominantemente comparando os métodos de krigagem simples e ordinária. A principal diferença entre os métodos é que a krigagem simples assume a função média do processo estocástica conhecida, enquanto que na krigagem ordinária é desnecessário o conhecimento desta média (CARMO et al., 2015).

Mediante exposto, o objetivo foi avaliar o desempenho de diferentes métodos de krigagem e modelos matemáticos de semivariograma teórico na estimativa da altura de eucalipto em área de declive.

2 | METODOLOGIA

O presente trabalho foi conduzido em um talhão comercial de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden de 11,6 hectares, proveniente de um projeto de fomento florestal situado em área do município de Peçanha, no Vale do Rio Doce em Minas Gerais – Brasil. O clima da região segundo sistema internacional de Köppen (KÖPPEN, 1936) é do tipo Cwa, mesotérmico úmido (verão quente e chuvoso). As médias anuais de temperatura e precipitação são de 20,4° C (médias variando de 17,3°C em julho a 23,1°C em janeiro) e 1.339 mm (médias variando de 13 mm agosto a 287 mm em dezembro), respectivamente. Os dados climáticos foram oriundos de

registros anuais de 1982 a 2012, disponibilizados gratuitamente por Climate-data.org (<http://es.climate-data.org/>).

O talhão foi instalado em outubro de 2014 sob arranjo espacial 3 x 3m, em área com histórico de uso e ocupação por povoamentos de eucalipto. Realizaram-se operações de coveamento (covas de 30 x 30 x 30cm) e fertilização em covetas laterais, sendo aplicado no plantio 500g de NPK 6:30:6 por coveta e, em cobertura (12 meses após o plantio), 700g de NPK 6:10:29 por coveta. Os controles de formiga e matocompetição foram efetuados com isca formicida Dinagro-S® e herbicida glifosato (produto comercial Scout WG – Monsanto) conforme recomendações do próprio fabricante, respectivamente.

Aos 61 meses de idade foi realizado o inventário florestal, sendo lançada uma parcela experimental retangular de 100 x 80m (8.000m², equivalente a uma intensidade amostral de 6,90%) no interior do talhão, sob as coordenadas de 18°36'35,36" de latitude Sul e 42°36'25,46" de longitude Oeste (Datum WGS84). Assumiu-se uma bordadura dupla (duas fileiras de plantio) para o lançamento da parcela experimental. A declividade das duas maiores arestas da parcela foi igual a 1% (relevo plano) e nas duas menores arestas, de 19% (relevo ondulado). Todas as árvores tiveram a altura total medida com auxílio de um hipsômetro eletrônico Haglof. As árvores foram demarcadas em um plano cartesiano (X, Y), onde X e Y são a distância em metros da projeção dos pontos nos eixos para a árvore origem (0, 0).

De modo exploratório, os dados foram submetidos à estatística descritiva (mínimo, máximo, média, mediana, moda, desvio padrão e quartis) e análises gráficas de frequência (histograma) e de tendência a partir da dispersão entre os valores de altura e o plano cartesiano; o coeficiente de correlação de Pearson (r) foi calculado entre os dados de altura e os eixos cartesianos. A amplitude e quantidade de classes do histograma foram definidas conforme critério de Scott (1979).

A análise de interpolação espacial adotou dois métodos de krigagem (simples e ordinária) e três modelos matemáticos de semivariograma (esférico, exponencial e gaussiano), 12 lags de 4m cada. Os dois métodos de krigagem e os três modelos matemáticos de semivariograma teórico totalizaram seis combinações.

Inicialmente, para cada modelo de semivariograma, os seguintes parâmetros foram calculados e representados graficamente: efeito pepita (C_0), contribuição (C_1), patamar ($C_0 + C_1$) e alcance. O efeito pepita é o valor de semivariância encontrada quando a distância é zero e representa o componente da variação ao acaso; contribuição é a diferença entre o patamar e o efeito pepita; patamar é o valor da semivariância em que a curva estabiliza e se torna constante; e o alcance é a distância da origem até onde o patamar atinge valores estáveis, expressando até que ponto se percebe o efeito da dependência espacial (LUNDGREN et al., 2016).

A quantificação do Índice de Dependência Espacial (IDE) foi realizada pela razão entre o efeito pepita e o patamar. Classificou-se o IDE segundo critério usado por Lundgren et al. (2016), que considera a dependência espacial forte quando IDE é menor ou igual a 0,25; moderada quando está entre 0,25 e 0,75 e fraca, quando é maior que 0,75.

A existência de anisotropia foi investigada a partir da construção de semivariogramas nas direções 0, 45, 90 e 135° e análise do comportamento espacial. A anisotropia é evidenciada quando os semivariogramas apresentam patamar, alcance e efeito pepita distintos para alguma das direções (LUNDGREN et al., 2016). A correção da anisotropia foi realizada para a elaboração dos mapas de interpolação de cada combinação entre método de krigagem e modelo de semivariograma teórico. A definição de classes de altura empregou amplitudes de decis dos dados observados.

A técnica de validação cruzada leave-one-out, também conhecida como Jackknife, foi utilizada para definir a melhor combinação. O desempenho preditivo das combinações foi examinado em duas circunstâncias, uma considerando as estimativas de todo o conjunto de dados e outra para a validação cruzada. A qualidade preditiva contemplou as estatísticas de Média dos Desvios Absolutos (MDA), Raiz Quadrada do Erro Médio (RQEM) e coeficiente de correlação. Menores valores de MDA e RQEM implicam em maior qualidade preditiva. As análises gráficas consistiram na inspeção estatística da dispersão dos resíduos padronizados e dos valores observados em relação àqueles estimados.

As análises estatísticas foram efetuadas com auxílio do *software* R versão 3.5.2 (R CORE TEAM, 2018) e ESRI ArcMap 10.3.1, ao nível de significância de 1%.

3 | RESULTADOS

Na análise exploratória dos dados de altura das árvores de eucalipto, obteve-se uma amplitude de variação de 11,8m (de 13,2 a 25,0m), com média de 21,5m, mediana de 21,5m, moda de 21,8m e desvio padrão de 1,5m. Ao analisar o histograma da Figura 1, constatou-se que a distribuição dos dados tendeu à simetria. Logo, os dados de altura não foram transformados para as análises geoestatísticas subsequentes. Considerando os valores do 1º e 3º quartil, verificou-se que 25% das árvores apresentaram valores de altura abaixo de 20,9m e 25% das árvores apresentam valores acima de 22,4m.

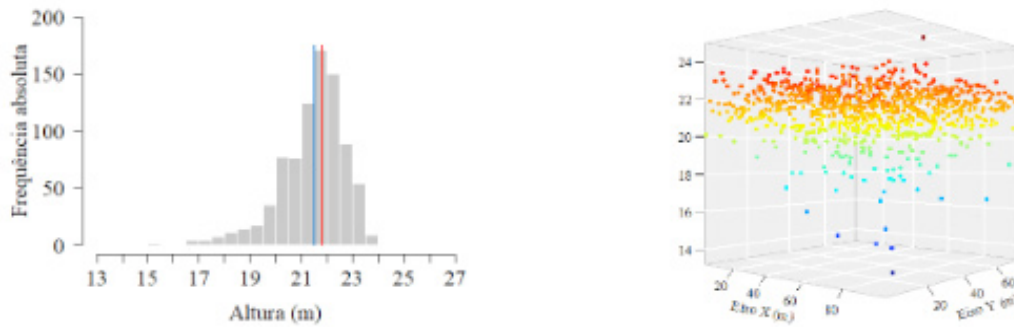


Figura 1 – Histograma de frequência observada da altura de árvores de eucalipto em área de declive à direita e dispersão dos dados de altura (eixo Z, m) em plano cartesiano 3D. No histograma, a linha vermelha representa a moda e a linha azul, coincidem a média e a mediana.

Mesmo em área de declive, não foram observadas tendências lineares ou não lineares nos dados de altura em relação ao plano cartesiano (Figura 2), que se distribuíram homoganeamente ao longo dos eixos X e Y. Não se verificou tendências no comportamento dos dados ao longo dos eixos cartesianos (perpendiculares entre si), ou seja, não existe nenhum tipo de enviesamento ou tendenciosidade direcionada. Os coeficientes de correlação entre a altura e os eixos cartesianos foram baixos, de $r = -0,1645$ ($p \leq 0,01$) com o eixo X e de $r = 0,0829$ ($p > 0,01$) com o eixo Y.

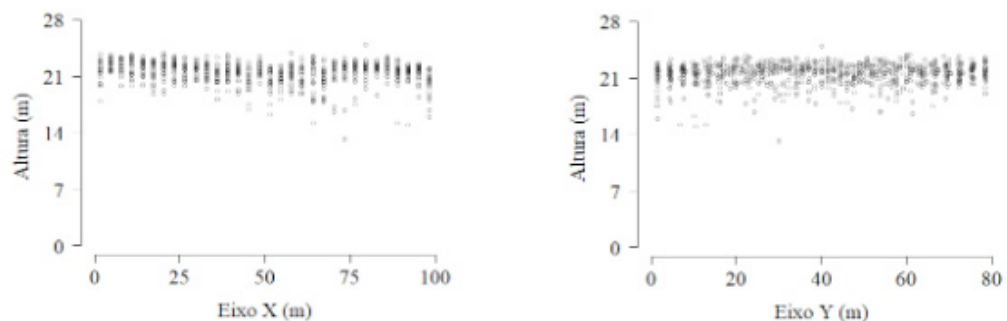


Figura 2 – Dispersão da altura de árvores de eucalipto em área de declive distribuídas em plano cartesiano, nos eixos X e Y.

Os valores dos parâmetros dos semivariograma estão apresentados na Tabela 1. Nenhum dos semivariogramas apresentou efeito pepita puro. Para a altura de árvore de eucalipto em área de declive, o alcance (a), que representa a distância na qual há dependência espacial entre amostras, variou de 27 (gaussiano) a 37m (exponencial) entre os modelos matemáticos de semivariograma teórico. As estatísticas geradas com o modelo gaussiano exibiram maior efeito pepita e menor contribuição, refletindo em maior valor para o grau de dependência espacial ou variação estruturada (Figura 3). O maior patamar ($C_0 + C_1$) foi evidenciado para o modelo exponencial.

Modelo	Efeito pepita	Contribuição	Patamar	Alcance (m)	IDE
Esférico	1,4590	0,3923	1,8513	30,8134	0,79
Exponencial	1,3089	0,5472	1,8561	36,6632	0,71
Gaussiano	1,5220	0,3396	1,8616	27,2832	0,82

IDE = índice de dependência espacial.

Tabela 1 – Estimativa dos parâmetros dos modelos ajustados de semivariograma teórico para a altura de árvores de eucalipto em área de declive

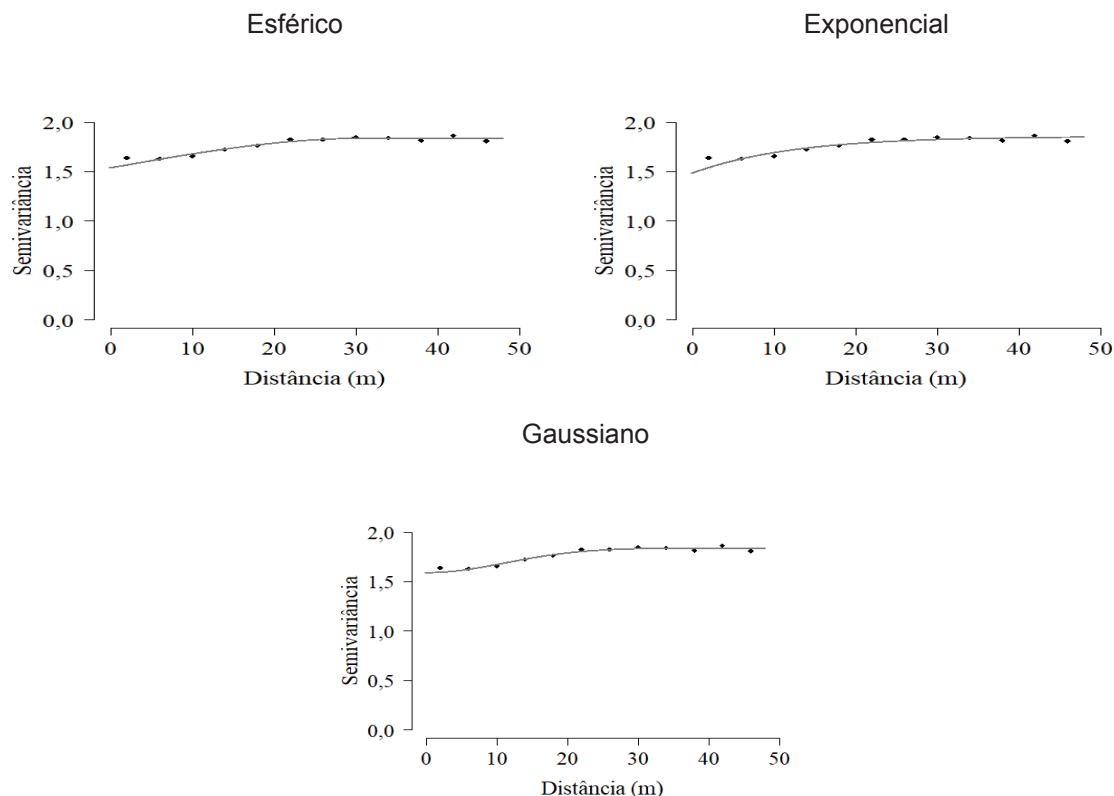


Figura 3 – Semivariogramas teóricos ajustados a partir dos modelos esférico, exponencial e gaussiano para a altura de árvores de eucalipto aos 5 anos de idade em área de declive.

O desempenho preditivo oscilou pouco entre os métodos de krigagem e modelos de semivariograma (Tabela 2). No que se refere a todo conjunto de dados, os coeficientes de variação foram de 4,99 e 4,79% para o MDA e RQEM, respectivamente. Nesta mesma sequência de estatísticas de qualidade, os coeficientes de variação foram de 0,30 e 0,33% para a validação. O contraste entre as estimativas de altura obtidas para todo Wo conjunto de dados e validação cruzada, demonstrou que os ajustes do modelo gaussiano exibiram as menores diferenças percentuais (< 6,5%) de MDA e RQEM. O maior declínio em qualidade preditiva na validação foi observado com o uso do modelo exponencial.

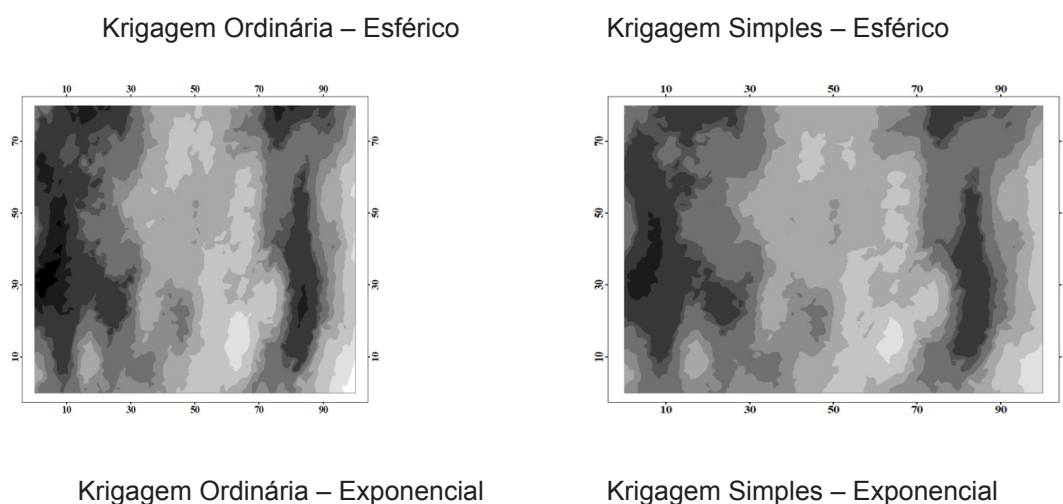
Krigagem	Modelo	MDA	RQEM	r
----- Todos os dados -----				
Ordinária	Esférico	0,8674	1,1835	0,4821**
Ordinária	Exponencial	0,8050	1,1042	0,6013**
Ordinária	Gaussiano	0,8983	1,2262	0,4090**
Simple	Esférico	0,8675	1,1854	0,5012**
Simple	Exponencial	0,8048	1,1054	0,6249**
Simple	Gaussiano	0,8995	1,2283	0,4160**
----- Validação cruzada -----				
Ordinária	Esférico	0,9513	1,2994	0,2759**
Ordinária	Exponencial	0,9536	1,3052	0,2687**
Ordinária	Gaussiano	0,9533	1,2986	0,2764**
Simple	Esférico	0,9464	1,2948	0,2714**
Simple	Exponencial	0,9489	1,3015	0,2619**
Simple	Gaussiano	0,9484	1,2934	0,2737**

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste *t*.

Tabela 2 – Estatísticas de qualidade do desempenho preditivo das combinações entre métodos de krigagem e modelos ajustados de semivariograma teórico para a altura de árvores de eucalipto em área de declive

Para o mesmo modelo de semivariograma, o método de krigagem simples apresentou desempenho um pouco melhor na fase de validação que aquele da krigagem ordinária. A combinação entre o método de krigagem simples e modelo gaussiano resultou no maior coeficiente de correlação na validação ($r = 0,2737$, $p \leq 0,01$).

Os mapas de interpolação gerados para combinação entre os métodos de krigagem e modelos ajustados de semivariograma teórico são apresentados na Figura 4. Visualmente, os mapas apresentaram estruturas bem diferenciadas umas das outras. A maior precisão das estimativas de altura foi observada para a interpolação do método de krigagem simples e modelo gaussiano.



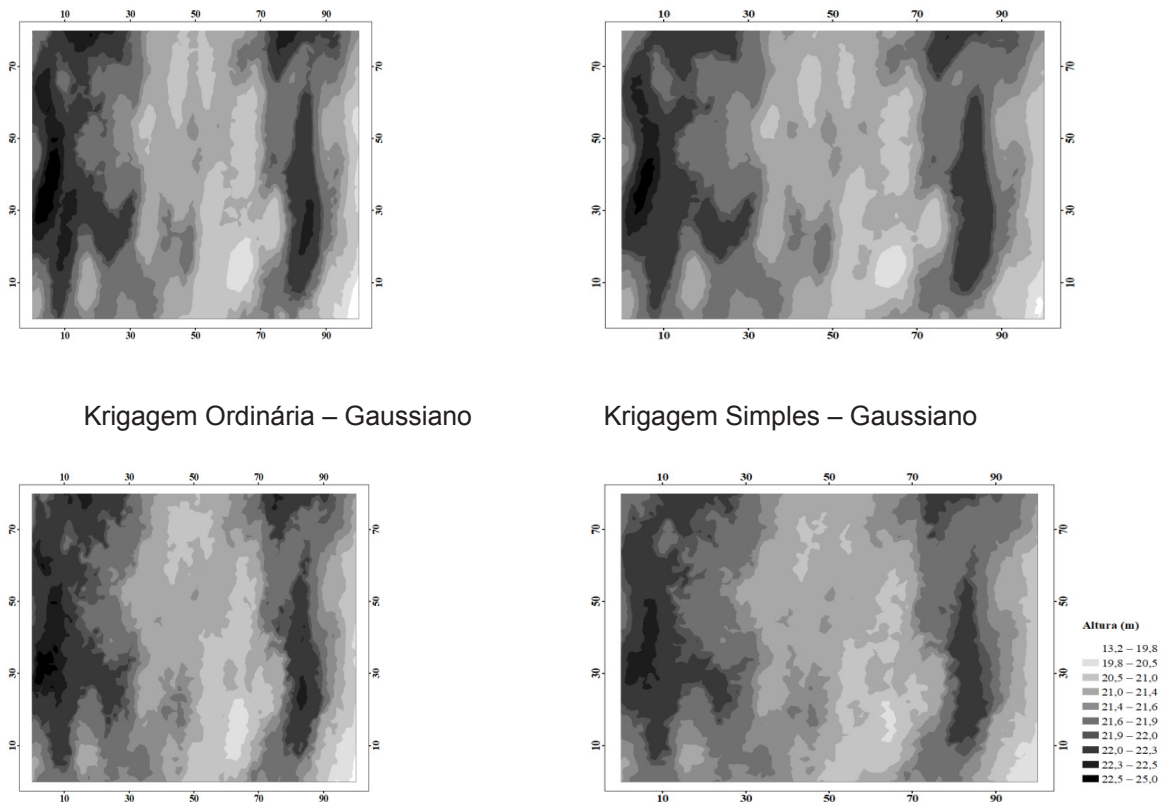


Figura 4 – Interpolações relacionadas a diferentes métodos de krigagem e modelos ajustados de semivariograma teórico para a altura de árvores de eucalipto em área de declive.

4 | DISCUSSÃO

O total de árvores contidas na parcela experimental foi de 849 indivíduos em 860 covas. A mortalidade regular e/ou irregular não foi identificada em campo (parcela experimental), sendo constatadas 1,28% de falhas de plantio. O coeficiente de variação da altura de árvores de eucalipto foi de relativamente baixo (6,25%) e evidenciou pequena dispersão relativa dos dados de altura em torno da média. As medidas de posição (média, moda e mediana) foram próximas entre si (oscilando de 21,5 a 21,8m). Esta semelhança é um indicio claro de simetria e tendência à normalidade (JUNQUEIRA JÚNIOR et al., 2008), que pode ser comprovada graficamente pelo histograma de frequência de absoluta (Figura 1). A premissa de normalidade é um aspecto relevante para a obtenção de um bom ajuste de modelos de semivariograma teóricos pelo algoritmo de máxima verossimilhança (LIZZI et al., 2016).

A ausência de tendências lineares e não lineares nos dados de altura em relação ao plano cartesiano (Figura 2) foi essencial para o bom desempenho preditivo das interpolações. Os baixos coeficientes de correlação ($r < 10,171$) confirmaram a ausência de tendências no que se refere aos eixos cartesianos. Segundo GOMES et al. (2007), a presença de tais tendências em dados inviabiliza a aplicação da

geoestatísticas e influenciam a estrutura de dependência espacial.

O modelo de semivariograma ajustado esférico modelou adequadamente o conjunto de dados de altura, entretanto apresentou viés para as menores distâncias, subestimando a semivariância do efeito pepita. Por outro lado, o modelo exponencial superestimou a semivariância em maiores distâncias e a subestimou naquelas menores. O alcance desses dois modelos ajustados foi superior ao gaussiano, que se mostrou mais preciso para delinear as semivariância ao longo das distâncias.

Pela análise de parâmetros do semivariograma teórico gaussiano (Tabela 1), a dependência espacial da altura de árvores de eucalipto foi classificada como fraca ($IDE = 0,82$), apesar de ter exibido um alcance de 27m, representa o raio mínimo entre pontos amostrais de altura de eucalipto em área declivosa a fim de atendimento ao princípio de aleatoriedade. Conforme LUNDGREN et al. (2016), maiores valores de alcance representam homogeneidade da área, aumentando a qualidade preditiva das estimativas para a geoestatística. A escolha do procedimento amostral para a medição da altura de árvores com hipsômetro deve ser planejada com cautela, principalmente, em sítios com relevo acidentado e declivosos. Recomenda-se a análise prévia geoestatística para subsidiar o planejamento e tomada de decisões sobre a definição de rotinas operacionais de medição de parcelas em inventários florestais contínuos e pré-corte. Enfatiza-se que o princípio da aleatoriedade é de fundamental importância para a obtenção de dados não enviesados durante a aplicação de técnicas estatísticas paramétricas, como a tradicional regressão linear e, especificamente no setor florestal, a modelagem hipsométrica.

O tamanho da parcela experimental e quantidade de árvores amostradas foram suficientemente grandes para a captação de variações da altura de árvores de eucalipto, permitindo a discriminação de regiões onde apresentam maior probabilidade de ocorrência de fustes dominantes e suprimidos. Pequenas oscilações das condições de relevo e distribuições de fertilizantes e demais tratamentos silviculturais durante a implantação e condução florestal podem favorecer ou prejudicar o crescimento de árvores específicas (ATTIA et al., 2019; MAIRE et al., 2019).

A interpolação da altura de árvores de eucalipto se mostrou uma eficiente ferramenta para a silvicultura de precisão, identificando regiões que requerem tratamentos silviculturais distintos em um mesmo talhão comercial. Portanto, a padronização na aplicação de corretivos e fertilizantes não é garantia de homogeneidade da altura de árvores em unidades de manejo florestal. O levantamento de todos os custos envolvidos desde o planejamento de plantio até as operações de colheita deve ser considerado na busca de mais precisão das atividades florestais.

Os resultados obtidos fornecem informações úteis para o desenvolvimento de futuras pesquisas relacionadas à hipsometria vegetal e quantificação do estoque de

madeira. A interpolação probabilística com método de krigagem simples associado ao modelo de semivariograma teórico gaussiano se mostrou uma combinação precisa para a estimativa de altura de árvores de eucalipto e classificação de regiões mais produtivas em sítios florestais.

5 | CONCLUSÕES

O método de krigagem simples associado ao modelo de semivariograma teórico gaussiano é eficiente para análises de interpolação geoestatísticas da altura de árvores de eucalipto em área de declive.

Mesmo fraca, a dependência espacial da altura de eucalipto em área de declive pode existir e seu procedimento de amostragem em inventários florestais deve ser vista com cautela para assegurar o princípio da aleatoriedade.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, L. H. V.; MELLO, J. M.; GUEDES, I. C. L.; SCOLFORO, J. R. S. Desempenho da estratificação em um fragmento de cerrado *stricto sensu* utilizando interpolador geoestatístico. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 4, p. 675-681, 2012.

ATTIA, A.; NOUVELLON, Y.; CUADRA, S.; CABRAL, O.; LACLAU, J. P.; GUILLEMOT, J.; CAMPOE, O.; STAPE, J. L.; GALDOS, M.; LAMPARELLI, R.; MAIRE, G. Modelling carbon and water balance of *Eucalyptus* plantations at regional scale: effect of climate, soil and genotypes. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 449, 2019, 117460.

BARRETO, T. G.; NETTO, S. P.; CORTE, A. P. D.; RODRIGUES, A. L.; SANQUETTA, C. R. Influência das características químicas do solo na dinâmica de crescimento de um fragmento florestal. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 28, n. 1, p. 1-12, 2016.

BATISTA, M. L.; COELHO, G.; TEIXEIRA, M. B. R.; OLIVEIRA, M. S. Estimadores de semivariância: análise de desempenho no mapeamento da precipitação anual para o estado de Minas Gerais. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 64-74, 2018.

BINOTI, D. H. B. et al. Redução dos custos em inventário de povoamentos equiâneos. **Agrária**, Recife, v. 8, p. 125-129, 2013.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. Editora UFV, Viçosa, MG, 5ª ed., 2017, 548p.

CARMO, E. J.; RODRIGUES, D. D.; SANTOS, G. R. Avaliação dos interpoladores krigagem e topo to raster para geração de modelos digitais de elevação a partir de um "As Built". **Boletim de Ciências Geodésicas**, Curitiba, v. 21, n. 4, p. 674-690, 2015.

GOMES, N. M.; SILVA, A. M.; MELLO, C. R.; FARIA, M. A.; OLIVEIRA, P. M. Métodos de ajuste e modelos de semivariograma aplicados ao estudo da variabilidade espacial de atributos físicos-hídricos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 435-443, 2007.

GUEDES, I. C. L.; MELLO, J. M.; MELLO, C. R.; OLIVEIRA, A. D.; SILVA, S. T.; SCOLFORO, J. R. S. Técnicas geoestatísticas e interpoladores espaciais na estratificação de povoamentos de *Eucalyptus* sp. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 541-550, 2012.

IBÁ [Indústria Brasileira de Árvores] Histórico do Desempenho do Setor, 2019. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>>. Acesso em dez/2019.

JUNQUEIRA JÚNIOR, J. A.; SILVA, A. M.; MELLO, C. R.; PINTO, D. B. F. Continuidade espacial de atributos físicos-hídricos do solo em sub-bacia hidrográfica de cabeceira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 914-922, 2008.

KÖPPEN, W. **Das geographische system der klimate**. Berlin: Gerbrüder Bornträger, 1936. 44p.

LIZZI, E. A. S.; ACHCAR, A.; MARTINEZ, E. Z.; ACHCAR, J. Algumas considerações práticas sobre a precisão dos estimadores de mínimos quadrados e máxima verossimilhança para os parâmetros de regressão linear normal. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 55-70, 2016.

LUNDGREN, W. J. C.; SILVA, J. A. A. FERREIRA, R. L. C. Estimção de volume de madeira de eucalipto por cokrigagem, krigagem e regressão. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 2, p. 243-250, 2015.

LUNDGREN, W. J. C.; SILVA, J. A. A.; FERREIRA, R. L. C. Influência do tipo de amostragem na estimativa de volume de madeira de eucalipto por krigagem. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 23, n. 4, p. 511-523, 2016.

MAIRE, G.; GUILLEMOT, J.; CAMPOE, O. C.; STAPE, J. L.; LACLAU, J. P.; NOUVELLON, Y. Light absorption, light use efficiency and productivity of 16 contrasted genotypes of several *Eucalyptus* species along a 6-year rotation in Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 449, 2019, 117443.

MENDONÇA, A. R.; CARVALHO, S. P. C.; CALEGARIO, N. Modelos hipsométricos generalizados mistos na predição da altura de *Eucalyptus sp.* **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 1, p. 107-115, 2015.

NUNES, A. C. P.; SANTOS, G. A.; RESENDE, M. D. V.; SILVA, L. D.; HIGA, A.; ASSIS, T. F. Estabelecimento de zonas de melhoramento para clones de eucalipto no Rio Grande do Sul. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 44, n. 111, p. 563-574, 2016.

ODA-SOUZA, M.; BARBIN, D.; JÚNIOR, P. J. R.; STAPE, J. L.; Aplicação de métodos geoestatísticos para identificação de dependência espacial na análise de dados de um ensaio de espaçamento florestal em delineamento sistemático tipo leque. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.3, p.499-509, 2008.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. 2018.

SCOTT, D. W. On optimal and data-based histograms. **Biometrika**, Oxford, v. 66, n. 3, p. 605-610, 1979.

SKORUPA, A.; LUCIA, A.; GUIMARÃES, G.; ROBERTO, L.; CURI, N.; SILVA, C.P. C.; SCOLFORO, J. R. S.; SÁ, G.; MARQUES, J. J. M. Propriedades de solos sob vegetação nativa em Minas Gerais: distribuição por fitofisionomia, hidrografia e variabilidade espacial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 11-22, 2012.

VIOLA, M. R.; MELLO, C. R.; PINTO, D. B. F.; MELLO, J. M.; ÁVILA, L. F. Métodos de interpolação espacial para o mapeamento da precipitação pluviométrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 9, p. 970-978, 2010.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adubação 7, 48, 49, 52, 53

Altura 1, 2, 4, 11, 13, 16, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 45, 46, 48, 49, 50, 52, 53, 65, 67, 68, 69, 73, 76, 77, 78, 95, 99, 114, 119, 122, 126, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140

Arborização urbana 85, 86, 87, 90, 91, 93, 101, 102

B

Bacias hidrográficas 103, 104, 105, 111

Bioativos 156, 162

Biodiversidade 15, 24, 25, 31, 33, 36, 44, 47, 65, 66, 70, 80, 81, 85, 87, 90, 165

Biomassa 25, 55, 56, 84, 121

C

Cerrado 57, 66, 73, 74, 75, 77, 87, 106, 139

Cobertura Vegetal 2, 14, 15, 54, 92, 95, 97, 98, 99, 101, 113, 118

Conservação 2, 3, 11, 15, 22, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 33, 36, 37, 44, 47, 54, 64, 66, 69, 72, 73, 74, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 87, 88, 90, 91, 101

Crescimento 5, 26, 29, 30, 33, 34, 35, 39, 40, 42, 45, 46, 52, 53, 54, 58, 62, 69, 72, 76, 77, 87, 93, 94, 98, 119, 120, 121, 127, 138, 139, 158, 159

D

Diâmetro 2, 11, 13, 16, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 45, 46, 49, 50, 52, 53, 65, 67, 68, 69, 73, 76, 77, 78, 114, 122, 130

E

Enraizamento 56, 57, 58, 63

Estrutura Horizontal 2, 3, 11, 13, 16, 21

Extração de madeira 31, 118

Extratos Vegetais 157

F

Famílias botânicas 6, 8

Fitossociologia 2, 5, 11, 12, 14, 22

Floresta amazônica 22, 23, 24, 30, 31

Floresta Atlântica 2, 8, 9, 11, 30

Florestas urbanas 80, 81, 82, 101

Florística 1, 3, 5, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 21, 22, 23, 31, 54, 97

G

Gestão 84, 102, 103, 104, 105, 106, 109, 110, 111

Grupos ecológicos 1, 2, 3, 5, 10, 11

I

Incremento 29, 34, 38, 40, 41, 45, 49, 52, 53, 80, 126

Indústria madeireira 141, 151

Inventário florestal 13, 15, 24, 129, 130, 132

M

Madeira 31, 35, 42, 43, 46, 64, 66, 70, 74, 90, 110, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 125, 126, 127, 128, 131, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152

Melhoramento Genético 64, 69, 70, 73, 78, 88, 128, 130

Miniestaquia 56, 57, 58, 62, 63

Mortalidade 29, 38, 40, 41, 45, 51, 53, 131, 137, 155, 156

Mudas 33, 34, 35, 37, 39, 40, 41, 44, 45, 46, 48, 49, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 67, 75, 88, 121

O

Operações florestais 113

P

Painéis 125, 128, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152

Paisagismo 80, 81, 88, 89, 90, 91

Parcelas permanentes 24, 26, 27, 28, 29, 32

Planejamento 15, 81, 83, 84, 88, 94, 98, 101, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 110, 111, 118, 138

Povoamento florestal 34, 130

Produtividade 3, 90, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 128, 130

Produtos florestais 119, 149

Produtos naturais 156, 157, 159

Progênies 9, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 90, 91

Propagação vegetativa 57, 62

R

Recuperação ambiental 33, 34, 35, 39, 41, 44

Recursos Hídricos 103, 104, 105, 108, 109, 110

Regeneração 2, 11, 22, 25, 27, 29, 30, 31, 48, 163

Restauração florestal 3, 33, 34, 35, 36, 40, 41, 47

S

Sucessão ecológica 30, 45, 53

 **Atena**
Editora

2 0 2 0