

A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO INTERDISCIPLINAR NAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS 2



**ELÓI MARTINS SENHORAS
(ORGANIZADOR)**

Atena
Editora
Ano 2020

A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO INTERDISCIPLINAR NAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS 2



**ELÓI MARTINS SENHORAS
(ORGANIZADOR)**

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: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

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

Profª Drª 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. 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. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª 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
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
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
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
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
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
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
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 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
Profª Drª 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. 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
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

P964 A produção do conhecimento interdisciplinar nas ciências ambientais 2 [recurso eletrônico] / Organizador Eloi Martins Senhoras. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-81740-19-1

DOI 10.22533/at.ed.191201002

1. Agronomia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa – Brasil. I. Senhoras, Eloi Martins.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

O livro intitulado “A Produção do Conhecimento Interdisciplinar nas Ciências Ambientais 2” trata-se de um pioneiro trabalho coletivo produzido por pesquisadores de todas as regiões brasileiras, findando abordar temáticas relevantes ao campo de Ciências Ambientais a partir de enfoques teórico-metodológicos absorventes e plurais que se materializam a partir de uma abordagem interdisciplinar.

As contribuições deste livro são oriundas, tanto da área de Ciências Ambientais stricto sensu, quanto, do campo de Ciências Ambientais lato sensu, conformado pela agregação de discussões das áreas de Gestão Ambiental, Ciências Florestais, Biologia, Engenharia, Desenvolvimento e Planejamento Territorial, Ecologia, Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Zootecnia, Biomedicina, Enfermagem, Ciências Agrárias.

Organizado em doze capítulos, o presente livro foi estruturado por meio de pesquisas laboratoriais e de campo que se utilizaram de diferentes técnicas de levantamento e análise de dados, sendo caracterizadas, de modo convergente, pelo uso de procedimentos metodológicos de natureza quali-quantitativa quanto aos meios e de natureza exploratória e descritiva quanto aos fins.

No primeiro capítulo, “Influência da vegetação em variáveis climáticas: estudo em bairros da cidade de Cascavel - PR”, a coleta de dados em áreas verdes da cidade de Cascavel trouxe como resultado a identificação de que a presença de vegetação tem grande influência no microclima local e que a região que possui maior quantidade de maciço arbóreo tem melhores condições climáticas sobre a região da cidade que tem menor quantidade de maciço arbóreo.

No segundo capítulo, “Incremento diamétrico, hipsométrico e de área de copa de espécies florestais na arborização de calçadas”, os resultados apresentados na pesquisa demonstram ser úteis para auxiliar o processo de criação de cenários de composição do plantio de árvores em áreas urbanas, visando analisar possíveis conflitos com estruturas urbanas e as possíveis soluções para plantar árvores nas calçadas.

No capítulo terceiro, “Árvores e arbustos utilizados na arborização do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Recife”, a avaliação das principais espécies arbustivo-arbóreas demonstrou que as espécies registradas proporcionam alimentação para fauna, suporte de conteúdo em aulas práticas e o embelezamento paisagístico e ambiental do campus, embora em um contexto de ausência de valorização da flora nativa na etapa de planejamento de arborização do campus.

No quarto capítulo, “Biomassa e macronutrientes em um povoamento de *Eucalyptus benthamii* no Sul do Brasil”, o objetivo foi quantificar o estoque de biomassa e macronutrientes em uma área de produção das sementes de *Eucalyptus benthamii*, em São Francisco de Assis – RS, sendo demonstrado que a quantificação de

macronutrientes na biomassa nesta área é proporcionalmente menor em comparação com estudos realizados em plantações comerciais devido ao menor número de árvores por ha.

No quinto capítulo, “Biomassa e micronutrientes em um povoamento de *Eucalyptus benthamii* no Sul do Brasil”, a quantificação do estoque de biomassa e de macronutrientes na mesma área do capítulo 4 possibilitou demonstrar que as maiores quantidades de micronutrientes estão na casca, folha, frutos, galhos e raízes, componentes que podem ser deixados no campo após a colheita, contribuindo para a ciclagem de nutrientes do local.

No sexto capítulo intitulado “Variações nos teores de clorofila e na dimensão da copa em árvores adultas de *Platanus x acerifolia*”, a pesquisa demonstrou que a intensidade de radiação solar gera influência sobre cada parte da copa das árvores de *Platanus x acerifolia*, assim como procedimentos de avaliação de árvores urbanas são importantes para pautar ações de manutenção, a fim de manter os serviços ecossistêmicos almejados com as árvores nas cidades.

No capítulo sétimo, “Uso do método adaptado de avaliação rápida e priorização do manejo (RAPPAM) para uma unidade de conservação”, as análises realizadas demonstraram que a área analisada requer a aplicação de planejamento das atividades, a implementação do que foi planejado e o monitoramento para verificação da eficácia de inúmeras etapas mencionadas no Plano de Manejo do Parque Estadual de Dois Irmãos, além dos impactos adversos precisarem ser mais focados por parte dos gestores.

No oitavo capítulo, “Estudo da utilização de resíduo de casca cerâmica de microfusão no concreto em substituição ao agregado graúdo e miúdo natural”, a pesquisa teve como objetivo a incorporação do resíduo de casca cerâmica no concreto, visando à preservação ambiental, a reciclagem e a redução no consumo de recursos naturais. O estudo demonstra que o uso de casca cerâmica tem grande potencial, devendo ser avaliado cada caso de substituição em função do produto a ser gerado.

No nono capítulo, “Estudo de autodepuração do córrego Batista, Perolândia – Goiás”, o estudo concluiu que este curso hídrico possui capacidade de autodepurar-se caso receba o lançamento de efluentes tratados pelo Sistema de Esgotamento Sanitário de Perolândia, conforme projetado, com eficiência de 90%, e continuará como Classe 2, conforme parâmetros da Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

No capítulo décimo, “Funções de pedotransferência de atributos físico-químicos em solos do Oeste baiano, Brasil”, objetivou-se determinar correlações diretas entre alguns atributos do solo do Oeste da Bahia (granulometria, capacidade de campo, ponto de murcha permanente, carbono orgânico, densidade do solo e capacidade de troca de cátions), bem como desenvolver modelos matemáticos simples entre eles, em que um ou mais atributos servem de componentes principais da função para prever o outro.

No décimo primeiro livro, “Adsorção de cloridrato de metformina por meio de Ecovio® eletrofiado e carvão ativado”, a pesquisa analisou a metformina, que é o princípio ativo do medicamento utilizado para tratamento de diabetes mellitus tipo 2, de modo que sua presença em rios e lagos provoca a feminilização de peixes e pequenos animais. Com o objetivo de remover esse contaminante foram testados como adsorventes o carvão ativado obtido a partir do coração da bananeira *Musa cavendish* e o Ecovio® eletrofiado, sendo utilizadas metodologias alternativas a fim de aumentar sua capacidade de adsorção.

No décimo segundo capítulo, “Notificação de esquistossomose versus condições ambientais no município de São Bento, nos anos de 2015/2016”, com base na análise dos dados, o estudo demonstrou a necessidade de intervenção estatal para que a redução do número de casos de esquistossomose observada nos dois anos avaliados se mantenha, bem como ser imperativa a implementação de campanhas educativas visando a conscientização da população deste município maranhense.

Com base nos capítulos ora descritos, o seleto grupo de autores presentes no desenvolvimento desta obra demonstrou um forte e reticular trabalho coletivo de pesquisadoras e pesquisadores - não apenas com distintas formações acadêmicas, mas também oriundos de instituições de ensino superior público e privadas das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Norte e Nordeste do Brasil - o que repercutiu em uma rica agenda de pesquisas ambientais comprometidas com as realidades locais.

Desejo uma ótima leitura! Abra os olhos de modo global a partir de transformações locais!

Prof. Dr. Elói Martins Senhoras

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO EM VARIÁVEIS CLIMÁTICAS: ESTUDO EM BAIROS DA CIDADE DE CASCAVEL - PR	
Cinthia Thiesen Otani Décio Lopes Cardoso Ana Maria Damasio	
DOI 10.22533/at.ed.1912010021	
CAPÍTULO 2	15
INCREMENTO DIAMÉTRICO, HIPSOMÉTRICO E DE ÁREA DE COPA DE ESPÉCIES FORESTAIAS NA ARBORIZAÇÃO DE CALÇADAS	
Rogério Bobrowski Jéssica Thalheimer de Aguiar Tarik Cuchi Elisiane Vendruscolo Sidnei Antonio Crovador Junior	
DOI 10.22533/at.ed.1912010022	
CAPÍTULO 3	27
ÁRVORES E ARBUSTOS UTILIZADOS NA ARBORIZAÇÃO DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO, CAMPUS RECIFE	
Nelio Domingos da Silva Marília Larocerie Lupchinski Magalhães Gunnar Jorg Kelsch Maria de Lourdes Almeida Gonçalves Pedro Henrique Monteiro Marinho Iara Cristina da Silva Santana Andréia Gregório da Silva Santos Angelica Alves Rodrigues Italo Leal Ferreira de Almeida Suzana Figueiredo de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.1912010023	
CAPÍTULO 4	34
BIOMASS AND MACRONUTRIENTS IN STAND OF <i>EUCALYPTUS BENTHAMII</i> IN SOUTHERN BRAZIL	
Huan Pablo de Souza Angélica Costa Malheiros Dione Richer Momolli Aline Aparecida Ludvichak Claudiney do Couto Guimarães José Mateus Wisniewski Gonsalves Mauro Valdir Schumacher	
DOI 10.22533/at.ed.1912010024	
CAPÍTULO 5	43
BIOMASS AND MICRONUTRIENTS IN A <i>EUCALYPTUS BENTHAMII</i> MAIDEN STAND IN SOUTHERN BRAZIL	
Huan Pablo de Souza Angélica Costa Malheiros Dione Richer Momolli Aline Aparecida Ludvichak	

Claudiney do Couto Guimarães
José Mateus Wisniewski Gonsalves
Mauro Valdir Schumacher

DOI 10.22533/at.ed.1912010025

CAPÍTULO 6 55

VARIAÇÕES NOS TEORES DE CLOROFILA E NA DIMENSÃO DA COPA EM ÁRVORES ADULTAS DE *PLATANUS X ACERIFOLIA*

Rogério Bobrowski
Fabiana Schmidt Bandeira Peres
Jéssica Batista da Mata
Daniela Sanson
Kátia Cylene Lombardi

DOI 10.22533/at.ed.1912010026

CAPÍTULO 7 65

USO DO MÉTODO ADAPTADO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA E PRIORIZAÇÃO DO MANEJO (RAPPAM) PARA UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO

Eduardo Antonio Maia Lins
Edil Mota Lins
Luiz Oliveira da Costa Filho
Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha
Sérgio Carvalho de Paiva
Fábio José de Araújo Pedrosa
Cecília Maria Mota Silva Lins
Andréa Cristina Baltar Barros
Maria Clara Pestana Calsa
Adriane Mendes Vieira Mota
Roberta Richard Pinto
Daniele de Castro Pessoa de Melo

DOI 10.22533/at.ed.1912010027

CAPÍTULO 8 77

ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE CASCA CERÂMICA DE MICROFUSÃO NO CONCRETO EM SUBSTITUIÇÃO AO AGREGADO GRAÚDO E MIÚDO NATURAL

Marina Tedesco
Rejane Maria Candiota Tubino

DOI 10.22533/at.ed.1912010028

CAPÍTULO 9 90

ESTUDO DE AUTODEPURAÇÃO DO CÓRREGO BATISTA, PEROLÂNDIA – GOIÁS

Wanessa Silva Rocha
Antônio Pasqualetto
Diego Gustavo Nobre Dias
Fábio de Souza Sales

DOI 10.22533/at.ed.1912010029

CAPÍTULO 10 100

FUNÇÕES DE PEDOTRANSFERÊNCIA DE ATRIBUTOS FÍSICO-QUÍMICOS EM SOLOS DO OESTE BAIANO, BRASIL

Joaquim Pedro Soares Neto
Eder Alan do Nascimento de Oliveira
Heliab Bomfim Nunes
Tadeu Cavalcante Reis

Vandayse Abates Rosa

DOI 10.22533/at.ed.19120100210

CAPÍTULO 11 111

ADSORÇÃO DE CLORIDRATO DE METFORMINA POR MEIO DE ECOVIO® ELETROFIADO E CARVÃO ATIVADO

Ana Caroline Reis Meira
Mônica Carminati Scariotto
Douglas Cardoso Dragunski
Aparecido Nivaldo Módenes
Paulo Rodrigo Stival Bittencourt

DOI 10.22533/at.ed.19120100211

CAPÍTULO 12 122

NOTIFICAÇÃO DE ESQUISTOSSOMOSE VERSUS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NO MUNICÍPIO DE SÃO BENTO, NOS ANOS DE 2015/2016

Maria Eduarda Franco Costa
Amanda Silva dos Santos Aliança
Larissa Silva Oliveira
Reginaldo Pereira Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.19120100212

CAPÍTULO 13 123

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO RIO TOCANTINS NO PERÍMETRO URBANO DE IMPERATRIZ – MA

Bruno Araújo Corrêa

DOI 10.22533/at.ed.19120100213

SOBRE O ORGANIZADOR..... 130

ÍNDICE REMISSIVO 131

BIOMASS AND MICRONUTRIENTS IN A *Eucalyptus benthamii* MAIDEN STAND IN SOUTHERN BRAZIL

Data de submissão: 01/12/2019

Data de aceite: 30/01/2020

Huan Pablo de Souza

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Ciências Florestais
Santa Maria – RS.

<http://lattes.cnpq.br/0822596140349290>

Angélica Costa Malheiros

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Ciências Florestais
Santa Maria – RS.

<http://lattes.cnpq.br/1357958746601642>

Dione Richer Momolli

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Ciências Florestais
Santa Maria – RS.

<http://lattes.cnpq.br/2739086911200257>

<https://orcid.org/0000-0003-1235-2030>

Aline Aparecida Ludvichak

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Ciências Florestais
Santa Maria – RS.

<http://lattes.cnpq.br/2345476359987462>

Claudiney do Couto Guimarães

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Ciências Florestais
Santa Maria – RS.

<http://lattes.cnpq.br/5572806546883940>

José Mateus Wisniewski Gonsalves

Faculdade de Ensino Superior Santa Bárbara.

Tatuí – SP.

<http://lattes.cnpq.br/5293127020402447>

Mauro Valdir Schumacher

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Ciências Florestais
Santa Maria – RS.

<http://lattes.cnpq.br/4577505947479643>

ABSTRACT: The rapid rotation of *Eucalyptus* spp. leads to the exportation of large amounts of nutrients, compromising the long-term productivity of the area. Thus, the sustainability of the environment becomes the object of study. Micronutrients, even if required in low quantities, are essential for full tree development. Thus, the present study aimed to quantify the biomass and micronutrient stock in a stand of *Eucalyptus benthamii*, in the municipality of São Francisco de Assis - RS. Total biomass was 47,59 Mg ha⁻¹, with 62,14% accumulated in trunk wood, 13,11% in roots, 10,19% in branches, 8,25% in trunk bark, 6,26 % in leaves and 0,05% in fruits. The total amount of micronutrients in the biomass was: 830,39 g ha⁻¹, being the highest concentration observed for Fe in the roots, with 4665,52 g kg⁻¹. There was also a need for nutritional supplementation for elements B and Zn, which are below the appropriate leaf content of micronutrients. It was observed that the largest amounts of micronutrients are in the

bark, leaf, fruits, branches and roots, components that can be left in the field after harvest, contributing to the nutrient cycling of the site

INTRODUCTION

According to IBÁ (2019), less than 1% of the Brazilian land area is grown with commercial forests, mounting up to 7,83 million hectares. The biggest share belongs by far to species of the genus *Eucalyptus*, which reached around 5.7 million hectares of cultivated land and 36,0 m³ ha⁻¹ of annual yield in 2018.

The world population is projected to reach 9,1 billion until 2050, demanding 250 million hectares of additional land grown with commercial forests around the world, in order to achieve zero liquid deforestation and mitigate carbon emissions into the atmosphere (IBÁ, 2017).

Accordingly, the National Plan for Climatic Changes intends to raise the Brazilian forested area to 11 million hectares until 2020, since these forests can store large amounts of CO₂ on vegetation and soil by removing it from the atmosphere through the process of photosynthesis (BRASIL, 2007).

Considering the increasing demand for commercial forests and the wide range of climatic conditions found across the different Brazilian regions, the breeding of forest species adapted to different conditions stands out as a key factor in reaching high yield rates and boosting the growth of the forestry sector.

The rapid rotation of commercial crops leads to the exportation of large amounts of nutrients out of the system, compromising the long-term productivity of the area. Thus, the sustainability of the environment becomes the object of study, seeking the development of new management techniques to provide sufficient resources for the good development of future plantings.

When resources in a natural forest become scarce, individuals adapt to the new environment by slowing growth rates and replacing species. This change does not necessarily imply a decrease in productivity, as species with better nutritional efficiency can grow in dominance. On the other hand, in monospecific commercial plantations, the change of environment directly reflects the productivity of the forest (GONÇALVES, et al., 2004).

The high land cost associated with frost-free lands in the Southeast, southern-Bahia and northern-Paraná regions of Brazil, which provide high yield rates of *Eucalyptus*, has driven foresters and companies to cheaper areas in the tropical and subtropical regions, where they are typically faced with climatic restrains (e.g. water deficits in the first case, frosts in the second; SILVA et al., 2008).

According to the same author, there are few frost-resistant genotypes of *Eucalyptus* available for commercial use. *E. viminalis* has been historically recommended for regions with severe frost occurrence, but its low yield and wood quality prevents further

use. *E. dunnii* displays tolerance to low intensity cold, but can be severely damaged by successive frost events.

Conversely, *Eucalyptus benthamii* displays remarkable resistance to cold, high yield rates, fast growth and excellent shaft form, representing a valuable alternative for the establishment of homogenous, frost-resistant forest stands (GRAÇA et al., 1999; SILVA, et. al., 2008). Accordingly, Stape et.al. (1996) recommends the aforementioned species for cultivation in extremely cold regions, enduring minimum temperatures as low as -10 °C.

The aim of this work was to comprehend the dynamics of micronutrients in a Seed Production Area (SPA) of *E. benthamii* in southern Brazil, contributing to the genetic improvement of frost-resistant trees by supplying the nutritional resources needed for the full development of *E. benthamii* matrices.

MATERIAL AND METHODS

The experiment was set in the Pampa biome, in a Seed Production Area (SPA) of *Eucalyptus benthamii* located in the municipality of São Francisco de Assis, state of Rio Grande do Sul, Brazil. The total area of the experiment was 3,21 hectares, containing 513 six-year-old parent trees. Planting was carried out in 2007 with seedlings of *Eucalyptus benthamii* spaced at 3,5 x 2,0 m, totalizing an initial density of 1428 plants ha⁻¹. Later in 2011, when the trees were 4 years old, phenotypic selection was carried out leaving 160 superior individuals ha⁻¹.

In the area, three post-planting fertilizations were performed, the first in 15 days after planting using N-P₂O₅-K₂O 06:30:06 + 0.6% B, 150 g plant⁻¹ (214,2 kg ha⁻¹) divided into two 75-gram sub-doses incorporated 15 cm on each side of molt. The second fertilization was performed 90 days after planting, using N-P₂O₅-K₂O 22:01:18 + 0,3% B + 0,2% Cu, 140 g plant⁻¹ (200 kg ha⁻¹) applied manually in the canopy projection. The third fertilization was performed at 270 days, using N-P₂O₅-K₂O fertilizer 22:01:18 + 0,3% B + 0,2% Cu, 140 g plant⁻¹ (200 kg ha⁻¹) mechanically applied to the interline.

According to Table 1, the soil has a sandy texture, ranging from sandy loam, with an average of 62% of sand. It also presented low organic matter (OM); pH too low; Mean CTCpH7; V% too low; m% high, conferring low natural fertility to the soil; low to medium boron (B) and copper (Cu) contents and still having average zinc (Zn) contents; according to the interpretation suggested by the Soil Chemistry and Fertility Commission (2004).

Attribute	Unit (%)	Soil layer (cm)		
		0 – 20	20 – 40	40 – 100
SD	g cm ⁻³	1,44 ^a	1,44a	1,41a

CS		45,69a	47,71a	53,62a
FS		15,08a	9,65a	15,18a
Silt	%	27,06a	29,14a	18,37a
Clay		12,16a	13,49a	12,83a
SOM		0,79a	0,66b	0,53c
pH	(1:2,5água)	4,47a	4,55a	4,56a
t	cmolc dm-3	1,84a	2,2a	1,67a
T		4,34a	4,18a	4,15a
V	%	17,61a	18,92a	16,75a
m		58,27a	62,65a	55,2ab
B		0,39a	0,30a	0,25a
Cu	mg dm-3	0,33a	0,16a	0,17a
Zn		0,30a	0,18a	0,54a

Table 1 - Physical and chemical attributes of the soil (Arisol, dystrophic Arisol) in the study area in the city of São Francisco de Assis - RS.

Where: Soil Density (DS); Coarse Sand (2 – 0,2 mm) (CS); Fine Sand (0,2-0,05mm) (FS); Silt (0,05 – 0,002mm); Clay (<0,002 mm); Soil Organic Matter (SOM); Effective CTC (t); CTCpH7 (T); V is Base Saturation; m is Saturation by aluminum. Different vertical letters indicate significant differences between biomass micronutrients at the 0,05 level of significance by Tukey test.

To estimate the soil nutrient stock up to 100 cm deep for physical analysis, samples were collected in the trenches where the roots were collected in the 0 - 20 cm, 20 - 40 cm and 40 - 100 cm layers. During soil collection for chemical analysis, samples with volumetric rings were also collected at the same points for soil density evaluation.

The estimation of soil nutrient stock in the 0 - 20 cm, 20 - 40 cm and 40 - 100 cm depth layers was performed through the product between the nutrient concentration and the soil density obtained at the midpoint of each soil. layer.

For Alvares et al. (2014) in their study of the Köppen's climate classification, based on monthly precipitation and temperature data from Brazilian climatic stations, the region of São Francisco de Assis is classified as Subtropical Cfa with hot summers and rains more frequent in autumn and winter. The municipality is located at 150 m above soil level, with average temperature between 18 and 20 °C and total annual precipitation ranging from 1600 to 1900 mm.

According to IBGE (2012), vegetation in the region is mainly grassy steppe mixed with gallery forest, and the predominant rural activities are cattle raising and agriculture. Landscape is composed by low hills, geologically originated from basaltic spills and sandstone outcrops. The experimental area was located in the lithological formation of Serra Geral and Botucatu, predominantly composed of sandy soils (Streck et al., 2018).

The Seed Production Area was set in Red Dystrophic Sandy Argisil, texture medium to moderate. It includes deep, well-drained soils with sandy surface texture, followed by clayey-sandy texture in the lower horizons.

For area sampling, a census was conducted where the trees were distributed in

three diameter classes: lower limit, central class and upper limit, as presented in Table 2.

Class	Lower limit	Central class	Upper limit
1 ^a	22,0	23,5	25,5
2 ^a	25,1	26,5	28,0
3 ^a	28,1	29,5	31,0

Table 2 – Diameter classes of six-year-old *Eucalyptus benthamii* trees, in São Francisco de Assis – RS.

From this census, 9 trees were selected to be sectioned at ground level and separated into the following components: fruits, leaves, twigs, trunk bark, trunk wood and roots. Total biomass of each component was weighed in the field with hook scale. The determination of the total biomass per hectare was carried out by extrapolation based on the number of trees present in each of the diameter classes.

For the determination of dry matter and nutritional assessments, representative samples of each component were collected, placed in paper bags and taken to the Forest Ecology Laboratory of the Department of Forestry Sciences / UFSM. The samples were dried at 70 °C in a forced air oven until weight stabilization, in order to determine moisture content and, based on it, quantify total biomass values above and below the soil for each component evaluated.

After drying, the samples were milled with Wiley-type blades and 20-mesh sieve. Analytical determination of the micronutrients B, Cu, Fe, Mn and Zn was carried out following the methodology proposed by Tedesco et al. (1995). Cu, Fe, Mn and Zn were extracted by nitric-perchloric digestion and quantified by the atomic absorption spectrophotometric method, while B was extracted through dry digestion and determined by the spectrophotometric method.

The amount of nutrients in each tree component was obtained as the product between the biomass and the concentration of nutrients in each of said components. The estimate of nutrient stock in the biomass per hectare was obtained by extrapolating the average stock of nutrients based on the area sampled.

The results were statistically analysed through the SAS for Windows (2003) package, using Tukey's test (5% probability of error) and considering the completely randomized design, where each sampled tree corresponded to one replicate for each biomass component evaluated.

RESULTS AND DISCUSSION

Biomass storage

The quantity of biomass produced per area was influenced by the location of the experimental site, at a Seed Producing Area (SPA) of six-year-old *Eucalyptus benthamii*,

where the number of trees per hectare is considerably lower than at commercial stands. Thus, yield variables obtained at an SPA cannot be compared with equally aged *E. benthamii* trees from commercial fields.

For a population density of 160 trees ha⁻¹, total biomass in the SPA was estimated at 47.59 Mg ha⁻¹, in the following proportion: trunk wood > roots > trunk bark > branches > leaves > fruits. Trunk wood and leaves displayed the highest (62.14%) and lowest (0.05%) shares of biomass, respectively. Alves et al. (2007) found similar values in a 4.5-year-old *Eucalyptus* spp. stand: 70.01% (wood), 12.56% (branches), 8.98% (bark) and 8.45% (leaves).

Leite et al. (2011) also observed similar distribution of above-soil biomass components in a 6.5-years-old *Eucalyptus grandis* stand, with a population density of 500 trees ha⁻¹: trunk wood > trunk bark > branches > leaves. Trunk wood answered for 70,3% of the total biomass, and the values found for branches (4,7 Mg ha⁻¹) and leaves (2.1 Mg ha⁻¹) were close to the obtained in this study.

Similar values were obtained by Vieira et al. (2012) in an 18-months-old *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* stand, except for the bark component, which displayed the lowest biomass share (7,6%). This difference is linked to the early growth stages of the trees, when biomass production is primarily directed to branches and leaves, and only afterwards to wood and bark growth (Gonçalves, 2004).

According to Schumacher (1992), wood biomass production increases as the forest progresses on its growth stages due to gradual changes on sink demand, whereby carbohydrates previously directed into leaf and branch production are channelled to wood components.

Evaluating a seven-year-old *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* stand in two types of soil (sandy and clayey), Salvador (2015) found a similar distribution of biomass components: trunk wood > roots > trunk bark > branches > leaves. Total biomass also varied between the two soil types, from 257,99 Mg ha⁻¹ in the sandy soil to 301,21 Mg ha⁻¹ in the clayey one.

While genetic and environmental traits influence in this significant difference between sites, Barros and Comerford (2002) point out to soil type and nutrient availability as the main factors affecting yield potential on commercial forest stands.

Salvador et al. (2016) obtained 289,49 Mg ha⁻¹ of total above-soil biomass, at a 6,7-years-old *Eucalyptus saligna* stand, considerably higher than the value found at the SPA. On the other hand, a four-year-old *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* stand at a low fertility site presented above-soil biomass around 74.49 Mg ha⁻¹ (Gatto et al., 2014).

Component	(Mg ha ⁻¹)	(%)
Wood	29,57	62,14
Roots	6,24	13,11
Branches	4,85	10,19
Bark	3,93	8,25
Leaves	2,97	6,26
Fruits	0,02	0,05
Total	47,59	100

Table 4 – Biomass in the different tree components of a six-year-old *Eucalyptus benthamii* stand. São Francisco de Assis - RS.

Above-soil biomass in the SPA corresponded to 86.81% of the total biomass, while below-soil biomass stayed around 13.11%. Dick et al. (2017) also found above-soil biomass higher than 70% in a five-year-old *Eucalyptus dunnii* stand, and Foelkel (2014) stated that roots may contribute with 10% to 25% of the total biomass of a forest, according to the tree species and soil type.

Overall, the lower values obtained in this study when compared to other works with the genus *Eucalyptus* can be attributed to the reduced number of trees per land area. Schumacher and Caldeira (2001), for instances, estimated an above-soil biomass of 83.2 Mg ha⁻¹ for a four-years-old *Eucalyptus globulus* sub. *maidenii* stand.

Therefore, the lower biomass values found are clearly related to the management employed in the area, whereby trees were kept at a reduced population density to enhance seed production.

Micronutrient concentration

Micronutrients are of paramount importance for a plant's development. Although required at low concentrations, their absence interferes directly with photosynthetic capacity, reproduction and resistance to biotic and abiotic stresses. Moreover, micronutrients are essential components of cellular walls and membranes, besides acting as co-factors and activator in enzymatic reactions (Kirkby & Römheld, 2007).

Micronutrient concentration varies among the different tree components. While trunk wood typically stores the biggest share of biomass, leaves, branches and fruits present the highest nutrient concentrations, due to being directly involved in carbohydrate synthesis and plant reproduction. Understanding micronutrient parcelling helps in choosing the best forest management strategy and promoting soil sustainability (Gonçalves et al., 2000).

Fruits present the highest nutrient concentration among all biomass components, except for leaves; its contribution on total biomass, however, does not surpass 0.05% of the production (i.e. 0.02 Mg ha⁻¹). Branches, bark and roots present intermediate values, while trunk wood stands out as the biomass component with lowest nutrient concentration.

As shown on Table 5, micronutrients concentrate mostly on leaves and fruits.

High concentrations of Cu are found particularly on fruits, due to being an element directly linked with the plants' reproductive processes. The abundance of Fe on root components, on the other hand, is probably a result of constant, direct contact with iron oxides found in the soil.

Other works have addressed the high concentration of Fe on tree roots. Guimarães (2014) found 135.4 mg kg⁻¹ of the element on roots of four-years-old *Eucalyptus dunnii* trees. Salvador (2015) observed 651.12 mg kg⁻¹ and 1475.81 mg kg⁻¹ on seven-years-old *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* tress, at sandy and clayey soils, respectively. Dick et al. (2017) obtained 922.91 mg kg⁻¹ on five-years-old *Eucalyptus dunnii* trees, and 748.16 mg kg⁻¹ for *Eucalyptus benthamii* trees. As a rule, clayey soils contain more iron oxides than sandy soils and, thus, provide higher concentrations of Fe to the trees' roots.

Component (mg kg ⁻¹)	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Leaves	24,59 a	7,23 b	129,49 b	841,17 b	15,21 bc
Fruits	19,07 ab	10,95 a	65,02 bc	572,78 c	28,99 a
Branches	12,35 b	7,30 b	48,90 bc	623,65 c	20,81 b
Wood	3,59 b	1,49 d	23,51 bc	64,79 d	15,42 bc
Bark	7,98 c	2,28 c	47,55 c	449,57 a	14,56 c
Roots	13,07 b	3,11 cd	748,16 a	247,06 d	27,32 a

Table 5 – Micronutrient concentration in different biomass components of *Eucalyptus benthamii*.
São Francisco de Assis – RS.

Note: means followed by the same lowercase letter do not differ by Tukey's test (P>0.05)

Beulch (2013) found similar variations in micronutrient concentration on biomass components of four-years-old *Eucalyptus saligna* trees, in the same experimental site. Trunk bark presented the highest concentration of manganese (Mn), up to 1845.03 mg kg⁻¹, while in six-years-old *Eucalyptus benthamii* trees the concentration did not surpass 449.57 mg kg⁻¹.

Dick et al. (2017) also observed micronutrient variations on five-years-old *Eucalyptus dunnii* trees grown in sandy soil. The authors found 2,061.54 mg kg⁻¹ of Mn in the leaves, much higher than the value obtained at the SPA (841.17 mg kg⁻¹). Conversely, Salvador (2015) obtained 576.33 mg kg⁻¹ and 527.05 mg kg⁻¹ of Mn in seven-years-old *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* tress, grown in sandy and clayey soils, respectively.

According to Malavolta (1985), leaves are the biomass component that more accurately represents the nutritional state of a plant. It is the site of photosynthetic activity and of most metabolic processes and, as such, typically presents the highest nutrient concentration among all tree components.

Nutrient	Adequate range	Leaf concentration
B	30,0 – 50,0	24,59
Cu	7,0 – 10,0	7,23

Fe	150,0 – 200,0	129,49
Mn	400,0 – 600,0	841,17
Zn	35,0 – 50,0	15,21

Table 3 – Adequate range according to the Fertilizing and Liming Guide for RS and SC States (2016) and micronutrient concentration in the leaves of *Eucalyptus benthamii*. São Francisco de Assis - RS.

Concentration in the leaves was within the adequate range for all micronutrients, except B and Zn (Table 3). Boron deficiencies are common in deep, well-drained, highly weathered soils, originated from sedimentary rocks and with low organic matter content (Gonçalves et al., 2015). Sandy soils with alkaline pH and high rainfall index are also prone to B deficiency due to high lixiviation (Bell & Dell, 2008). The lack of this element in the SPA is, therefore, related to soil traits found in the site (i.e. deep, well drained and moderately sandy).

Boron is an essential component of primary cellular walls, and its absence can cause physiological disorder in the formation of vegetative and reproductive structures. Loss of apical dominance, which reduces wood quality by favouring the formation of thick lateral branches and disfavours vertical growth, has also been associated with B deficiencies (Lehto et al., 2010).

Nevertheless, B deficiencies are more critical at the plants' early growth stages (Lehto et al., 2010) and, thus, may have presented little to none harmful effect at the SPA. Moreover, the critical bottom levels of B for *Eucalyptus globulus* have been established between 12 and 16 mg kg⁻¹ (Sakya et al., 2002), much lower than the values found in this study.

On the other hand, Zn deficiencies must be corrected to attend the SPA main objective (i.e. seed production), since this element is of primary importance for DNA replication and cellular division processes. Absence of Zn is directly linked with decreased flower shooting and early leaf dropping, due to enhanced synthesis of abscisic acid (Boardman et al., 1990).

Micronutrient quantity

As shown on Table 6, the storage of above and below-soil biomass followed the proportion Mn > Fe > Zn > B > Cu. Silveira (2015) found similar distribution, with only Fe surpassing Mn: Fe > Mn > Zn > B > Cu.

Component (g ha ⁻¹)	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Leaves	73,07	21,47	384,76	2499,45	45,19
Fruits	0,44	0,25	1,50	13,21	0,67
Branches	59,91	35,42	237,27	3026,31	100,97
Wood	106,23	44,02	695,28	1916,21	456,00
Bark	31,34	8,95	186,76	1765,75	57,17
Roots	81,48	19,41	4665,52	1540,68	170,39

Total	352,47	129,52	6171,09	10761,61	830,39
-------	--------	--------	---------	----------	--------

Table 6 – Micronutrient quantity on *Eucalyptus benthamii* biomass components. São Francisco de Assis – RS.

The total storage of micronutrients found in the SPA was 18,245.06 g ha⁻¹, and the contribution of this storage to each biomass component followed the order: roots > branches > wood > leaves > bark > fruits. Comparing with studies that address macro and micronutrients, the typical proportionality changes to the following order: wood > roots > bark > leaves > branches > fruits. Thus, the quantity of micronutrients exported in a wood harvest is lower than what remains in the site, inside branches, leaves, fruits, roots and bark.

The highest quantity of micronutrients is, therefore, stored inside trunk wood, with the exception of manganese (Mn) and iron (Fe) which are mostly concentrated inside bark and roots, respectively. Nevertheless, a considerably share of micronutrients is stored inside leaves, branches and bark.

CONCLUSION

The highest quantity of tree biomass is stored in the component trunk wood (62,14%), followed by roots (13,11%), branches (10,19%), trunk bark (8,25%), leaves (6,26%) and fruits (0,05%).

Micronutrients are distributed unevenly among the different tree components. Leaves, fruits and bark present the highest concentrations of boron (B), copper (Cu) and manganese (Mn), respectively. Iron (Fe) and zinc (Zn) are mostly concentrated on roots.

The distribution of micronutrients in the biomass obeyed the following order: Mn > Fe > Zn > B > Cu. Micronutrients B and Zn must be monitored for better seed development at the SPA, since these elements play key roles on metabolic processes leading to tree fruitification and are not within the adequate range for *Eucalyptus* nutrition.

REFERENCE

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart. Vol. 22, No. 6, 711–728, 2014.

ALVES, A. M. C.; SILVA, J. A. A.; FERREIRA, R. L. C.; BARRETO, L. P. Quantificação da produção de biomassa em clones de Eucaliptos com 4,5 anos, no Pólo Gesseiro do Araripe – PE. **Revista Ciências Agrárias**, v. 48, n. 1, p. 161-173, 2007.

BARROS, N. F.; COMERFORD, N. B. Sustentabilidade da produção de florestas plantadas na região tropical. In: ALVAREZ, V. V. H. et al. eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, Folha de Viçosa, 2002.

BELL, R. W.; DELL, B. **Micronutrients for sustainable food, feed, fibre and bioenergy production**. 1st ed. Paris: International fertilizer industry association (IFA), 2008.

BEULCH, L. S.. Biomassa e Nutrientes em um povoamento de *Eucalyptus saligna* smith submetido ao primeiro desbaste. 2013. 58 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2013.

BOARDMAN, R.; MCGUIRE, D.O. The role of zinc in forestry. I. Zinc in forest environments, ecosystems and tree nutrition. **Forest Ecology and Management**, v. 37, n. 1–3, p. 167–205, 1990.

BRASIL. Decreto-Lei n. 6.263, de 21 de novembro de 2007. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF.

DICK, G.; SCHUMACHER, M. V.; MOMOLLI, D. R.; et al. Micronutrients and biomass in *Eucalyptus dunnii* Maiden stand. **Revista Árvore**, v. 41, n. 1, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010067622017000100113&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 26 set. 2019.

FOELKEL, C. Minerais e nutrientes das árvores dos eucaliptos: Aspectos ambientais, fisiológicos, silviculturais e industriais acerca dos elementos inorgânicos presentes nas árvores. *Eucalyptus Online Book & Newsletter*. 2014.

GATTO, A; BUSSINGUER, A. P.; RIBEIRO, F. C.; et al. Ciclagem e balanço de nutrientes no sistema solo-planta em um plantio de *Eucalyptus* sp., no distrito federal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 38, p. 879-887, 2014.

GONÇALVES, J. L. de M.; STAPE, J. L.; BENEDETTI, V; FESSEL, V A G; GAVA, J L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: *Nutrição e fertilização florestal*[S.l.: s.n.], 2000.

GONÇALVES, J. L. de M.; STAPE, J. L.; LACLAU, J.-P.; et al. Silvicultural effects on the productivity and wood quality of eucalypt plantations. *Forest Ecology and Management*, v. 193, n. 1–2, p. 45–61, 2004.

GONÇALVES, J. L. de M.; ALVARES, C. A.; SOUZA, A. H. B. N.; A. J. J. C.. Caracterização edafoclimática e manejo de solo das áreas com plantações de eucalipto. In: SCHUMACHER M. V.; VIERA M. (eds) *Silvicultura do eucalipto no Brasil*. UFSM pp 113-156.

GRAÇA, M. E. C.; SHIMIZU, J. Y.; TAVARES, F. R. Capacidade de rebrota e de enraizamento de *Eucalyptus benthamii*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 39, p. 135-138, 1999

GUIMARÃES, C. C. **Biomassa e Nutrientes em Plantios de Eucaliptos no Bioma Pampa**. 2014. 63p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2014.

IBÁ – Indústria brasileira de árvores. Anuário estatístico 2017, ano base 2016. Disponível em: www.iba.br. Acesso em: 19 ago 2019.

IBÁ – Indústria brasileira de árvores. Anuário estatístico 2019, ano base 2018. Disponível em: www.iba.br. Acesso em: 04 nov 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Org.). **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2ª edição revista e ampliada. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, 2012. (Manuais técnicos em geociências, número 1).

KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. International Plant Nutrition Institute. Encarte Técnico – Informações Agronômicas nº 118

p. 24, 2007.

LEHTO, T.; RUUHOLA, T.; DELL, B. Boron in forest trees and forest ecosystems. **Forest Ecology and Management**, v. 260, n. 12, p. 2053–2069, 2010.

LEITE, F. P.; SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F. Nutrient relations during an eucalyptus cycle at different population densities. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 3, p. 949–959, 2011.

MALAVOLTA, E. A Prática da calagem. In: SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS AGRÍCOLAS, 1985, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.313-357.

SAKYA, A T; DELL, B; HUANG, L. Boron requirements for Eucalyptus globulus seedlings. **Plant and Soil**. v. 146, n. 1, pp 87-95, 2002.

SALVADOR, S. M. **Quantificação da biomassa e nutrientes em plantios de *Eucalyptus urograndis* em solos distintos**. 2015, 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015.

SALVADOR, S. M.; SCHUMACHER, M. V.; VIERA, M.; et al. Biomassa e estoque de nutrientes em plantios clonais de *Eucalyptus saligna* Smith. em diferentes idades. **Scientia Forestalis**. v. 44, n. 110, 2016. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/leitura.asp?Article=04&Number=110>>. Acesso em: 26 set. 2019.

SAS. A simple regression model with correction of heteroscedasticity. Cary: SAS Institute, 2003.

SCHUMACHER, M. V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell.** 1992, 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz/Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1992.

SCHUMACHER, M. V.; CALDEIRA, M. V. W. Estimativa da biomassa e do conteúdo de nutrientes de um povoamento de *Eucalyptus globulus* (Labillardière) sub-espécie maidenii. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 1, p. 45, 2001.

SILVA, L. D. **Melhoramento genético de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage visando a produção de madeira serrada em áreas de ocorrência de geadas severas**. 2008, 275 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2008.

STRECK, E. V.; et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 3.ed. 107 p. Editora UFRGS. Porto Alegre, 2018.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, (Boletim Técnico, 5), 1995.

VIERA, M.; SCHUMACHER, M. V.; BONACINA, D. M.; et al. Biomass and nutrient allocation to aboveground components in fertilized *Eucalyptus saligna* and *E. urograndis* plantations. **New Forests**, v. 48, n. 3, p. 445–462, 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorção de água 77, 81, 82, 85, 86

Agregado reciclado 77

Água 10, 56, 68, 70, 77, 81, 82, 83, 85, 86, 90, 91, 92, 94, 95, 96, 99, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 114, 125, 127, 128

Arborização 2, 5, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 56, 63, 64, 128

Arbusto 27

Áreas verdes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 13, 14, 57, 124

Árvore 17, 19, 22, 25, 29, 31, 33, 53, 58, 60, 61

Atributos físicos e químicos 101, 102

Autodepuração 90, 91, 92, 93, 94, 96, 98, 99

B

Bananeira 111, 113, 114, 115

Biomassa 41, 42, 52, 53, 54, 70, 113, 114

C

Calçada 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 25, 56

Capacidade de campo 100, 101, 102, 103, 105, 106, 108, 109

Capacidade de troca de cátions 100, 101, 102, 103, 105

Carbonatação 77, 81, 87

Carbono orgânico 100, 101, 102, 103, 105

Carvão ativado 111, 112, 113, 114, 115, 119

Casca cerâmica 77, 79, 80, 82, 83, 84, 88, 89

Ciências Ambientais 15, 27, 34, 43, 55, 65, 77, 90, 100, 111, 122, 123, 130, 131, 132, 133

Clima 3, 13, 29, 100, 113, 125

Cloridrato de metformina 111, 112, 115, 119

Clorofila 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64

Concreto 2, 77, 80, 81, 83, 84, 85, 87, 88, 89

Copa 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63

Curso hídrico 90, 91, 98

D

Densidade do solo 100, 101, 102, 103, 105, 106, 109

E

Eletrofiação 111, 112, 113, 114, 115, 117, 120

Esquistossomose 122

Eucalyptus benthamii 34, 35, 36, 38, 39, 40, 42, 43, 45, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54

F

Floresta 15, 16, 21, 28, 56, 57, 61, 63, 65, 67, 70, 75

Floresta urbana 15, 16, 21, 28, 56, 57

Florística 28

G

Gestão 13, 15, 16, 27, 56, 66, 67, 70, 75, 76, 77, 79, 88, 91, 99, 130

Granulometria 100, 101, 102

I

Índice de vazios 77, 81, 85, 86

M

Meio ambiente 14, 32, 33, 66, 67, 73, 74, 75, 78, 79, 88, 91, 99, 127, 128

Método de Avaliação Rápida e a Priorização do Manejo 66, 69

Micronutriente 53

Modelagem 13, 90, 91

P

Pedotransferência 100, 108, 109

Planejamento urbano 28, 124

Plantio 15, 16, 26, 29, 32, 41, 53, 56, 75, 109, 127

Platanus x acerifolia 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63

Poluição 2, 29, 61

Ponto de murcha permanente 100, 101, 102, 105, 106, 108, 109

Preservação ambiental 77, 125

Q

Qualidade ambiental 13, 14, 28, 29

Qualidade de água 99

Qualidade de vida 1, 2, 13, 29, 33, 56, 91

R

Reciclagem 74, 77, 79

Resíduo 60, 62, 74, 77, 79, 80, 82, 84, 85, 88, 126

Resistência à compressão 77, 80, 81, 84, 85, 88

S

Schistosoma mansoni 122

Solo 2, 8, 10, 11, 17, 20, 41, 42, 52, 53, 54, 60, 71, 74, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 125, 126, 127, 128

Sustentabilidade 33, 41, 52

U

Unidades de conservação 6, 65, 66, 67, 69, 75

Urbano 2, 3, 4, 13, 14, 20, 25, 28, 56, 57, 70, 71, 123, 124, 126, 127, 128

 **Atena**
Editora

2 0 2 0