

Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 3



Cristina Aledi Felsemburgh
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2021

Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 3



Cristina Aledi Felsemburgh
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
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 – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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. 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^ª Dr^ª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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 Alfnas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

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

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
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^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
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

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. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^ª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
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
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Empreendedorismo e inovação na engenharia florestal 3

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Cristina Aledi Felsemburgh

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E55 Empreendedorismo e inovação na engenharia florestal 3 /
Organizadora Cristina Aledi Felsemburgh. – Ponta
Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-963-9

DOI 10.22533/at.ed.639211404

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

CDD 634.928

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

É com enorme prazer que apresentamos o e-book “Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 3” elaborado para a divulgação de resultados e avanços relacionados às Ciências Florestais. O e-book está disposto em 1 volume subdividido em 10 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 à viabilidade de sementes, biopromotores, propagação vegetativa e crescimento e desenvolvimento de mudas. Em uma segunda parte, os trabalhos estão estruturados aos temas relacionados aos serviços ecossistêmicos, restauração florestal e mudança climática. Em uma terceira parte, os trabalhos referem-se a gestão florestal, manejo florestal, manejo de povoamentos e seleção de indivíduos arbóreos. E finalizando, em uma quarta parte, com trabalhos voltados aos processos produtivos e transformação de matéria-prima de produtos não madeireiros. Desta forma, o e-book “Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 3” apresenta relevantes resultados realizados por diversos professores e acadêmicos que serão apresentados nesta obra de forma didática. Agradecemos o empenho e dedicação de todos os autores das diferentes instituições de ensino e pesquisa, 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

APLICAÇÃO DE BIOPROMOTORES NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Handroanthus impetiginosus* mart

Julia Isabella de Matos Rodrigues

Luana Rodrigues Vieira

Walmer Bruno Rocha Martins

Luan Lucas Ferreira Baia

Ricardo Christin Lobato Machado

Wendell José Barbosa Silva Filho

Luana Vanessa da Silva Chaves

Gisele Barata da Silva

DOI 10.22533/at.ed.6392114041

CAPÍTULO 2..... 9

ENVELHECIMENTO ACELERADO: INFLUÊNCIA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Handroanthus heptaphyllus* (VELL.) MATTOS

João Lucas Sauma Alvares

Dênmore Gomes de Araujo

Elson Junior Souza da Silva

Denner Roberto Sacramento dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.6392114042

CAPÍTULO 3..... 16

ESTABELECIMENTO DA TECNOLOGIA DE CULTIVO *IN VITRO* PARA ESPÉCIES FLORESTAIS

Márcia Aparecida Novaes Gomes

Daniel Bruno Ferreira

Bruna Cristiane Pontes de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.6392114043

CAPÍTULO 4..... 28

AS FLORESTAS URBANAS E PERIURBANAS COMO ESTRATÉGIA DE ADAPTAÇÃO À MUDANÇA CLIMÁTICA

Verônica Boarini Sampaio de Rezende

Elaine Aparecida Rodrigues

Edgar Fernando de Luca

Luis Alberto Bucci

Leni Meire Pereira Ribeiro Lima

Kátia Mazzei

DOI 10.22533/at.ed.6392114044

CAPÍTULO 5..... 41

ESTOQUE DE SERAPILHEIRA E NUTRIENTES: INDICADORES DA RESTAURAÇÃO DE ECOSISTEMAS DEGRADADOS PELA MINERAÇÃO DE BAUXITA NA AMAZÔNIA

Julia Isabella de Matos Rodrigues

Walmer Bruno Rocha Martins

Victor Pereira de Oliveira
Gracialda Costa Ferreira
Victor Moreira Barbosa
Francisco de Assis Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.6392114045

CAPÍTULO 6..... 54

**A GESTÃO FLORESTAL SUSTENTÁVEL NA PREVENÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO:
SILVICULTURA E PASTOREIO NA REDUÇÃO DA BIOMASSA COMBUSTÍVEL**

Teresa de Jesus Fidalgo Fonseca
Filipa Conceição Silva Torres Manso
Cláudia Manuela da Silva Martins
Marina Meca Ferreira de Castro

DOI 10.22533/at.ed.6392114046

CAPÍTULO 7..... 72

**REDES NEURAIS ARTIFICIAIS PARA ESTIMATIVA DO DIÂMETRO DE COPA DE
Calophyllum brasiliense Cambess**

Maria Cristina Bueno Coelho
Marcos Vinicius Cardoso Silva
Caroline Cardoso Gama
Bruno Aurélio Campos Aguiar
Maurílio Antonio Varavallo
Mathaus Messias Coimbra Limeira
Mauro Luiz Erpen
Marcos Vinicius Giongo Alves
Yandro Santa Brigida Ataíde
André Ferreira dos Santos
Augustus Caesar Franke Portella

DOI 10.22533/at.ed.6392114047

CAPÍTULO 8..... 87

**RELAÇÃO MORFOMÉTRICA E DE COMPETIÇÃO PARA O MANEJO DE *Calophyllum
brasiliense* Cambess**

Maria Cristina Bueno Coelho
Marcos Vinicius Cardoso Silva
Caroline Cardoso Gama
Bruno Aurélio Campos Aguiar
Maurílio Antonio Varavallo
Mathaus Messias Coimbra Limeira
Mauro Luiz Erpen
Yandro Santa Brigida Ataíde
Yasmin de Andrade Ramos
André Ferreira dos Santos
Augustus Caesar Franke Portella
Max Vinicius Reis de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.6392114048

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 9..... | 101 |
| MODIFICAÇÃO DAS PROPRIEDADES DAS FIBRAS DE PSEUDOCAULE DE BANANEIRA E SISAL POR TRATAMENTO ALCALINO | |
| Elizeth Neves Cardoso Soares | |
| José Benedito Guimarães Junior | |
| DOI 10.22533/at.ed.6392114049 | |
| CAPÍTULO 10..... | 107 |
| PRODUÇÃO DE PAINÉIS MDP COM DIFERENTES TIPOS DE PARTÍCULAS LIGNOCELULOSICAS | |
| Erick Chagas Mustefaga | |
| Fernando Rusch | |
| Éverton Hillig | |
| DOI 10.22533/at.ed.63921140410 | |
| SOBRE A ORGANIZADORA..... | 121 |
| ÍNDICE REMISSIVO..... | 122 |

CAPÍTULO 4

AS FLORESTAS URBANAS E PERIURBANAS COMO ESTRATÉGIA DE ADAPTAÇÃO À MUDANÇA CLIMÁTICA

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 05/01/2021

Verônica Boarini Sampaio de Rezende

Instituto Florestal (IF/SIMA) - Escola Superior
de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP)
Piracicaba - SP
<http://lattes.cnpq.br/9355111301880212>

Elaine Aparecida Rodrigues

Instituto Florestal (IF/SIMA) - Instituto de
Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/
USP)
São Paulo - SP
<http://lattes.cnpq.br/2127987150663678>

Edgar Fernando de Luca

Instituto Florestal (IF/SIMA)
Piracicaba - SP
<http://lattes.cnpq.br/1411803946391084>

Luis Alberto Bucci

Instituto Florestal (IF/SIMA)
São Paulo - SP
<http://lattes.cnpq.br/1845135635552371>

Leni Meire Pereira Ribeiro Lima

Instituto Florestal (IF/SIMA)
São Paulo - SP
<http://lattes.cnpq.br/3974324265896978>

Kátia Mazzei

Instituto de Botânica (IBt/SIMA)
São Paulo - SP
<http://lattes.cnpq.br/0620370697672988>

RESUMO: As áreas verdes urbanas desempenham importante função na manutenção dos serviços ecossistêmicos. Dentre seus benefícios, destaca-se sua contribuição para os processos de mitigação e adaptação à mudança climática, uma vez que atuam na amenização do clima e se configuram como importantes sumidouros de CO₂, principal gás de efeito estufa de origem antropogênica. Neste contexto, a partir da estimativa da quantidade de carbono retirado da atmosfera pelo Arboreto Comemorativo dos 500 Anos do Brasil, foi analisada a dinâmica de crescimento das espécies e sua relação com a quantidade de C-CO₂ equivalente (eq) fixado, com estimativas de quantidade e taxa C-CO₂ eq retirados da atmosfera em cada período estudado (2003, 2009, 2017 e 2020). Após 20 anos de implantação, a quantidade estimada de C-CO₂ eq retirado da atmosfera foi de aproximadamente 180 toneladas, com taxa anual de incremento bastante expressivo para o último período (cerca de 40 toneladas), devido ao crescimento dos indivíduos climax a partir de 2017. Estes resultados evidenciam o potencial das florestas urbanas para a redução da vulnerabilidade das cidades frente à mudança climática e a urgência no estabelecimento de uma gestão florestal para seu adequado enfrentamento.

PALAVRAS - CHAVE: Fixação de carbono; Mudanças climáticas globais; serviços ecossistêmicos; Áreas verdes urbanas; Parque Estadual Alberto Löfgren.

THE URBAN AND PERIURBAN FORESTS AS A STRATEGY TO ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE

ABSTRACT: The urban green spaces play an important role in the maintenance of ecosystemic services. Among their benefits, we highlight the contribution to the mitigation process of climate change and adaptation to it, once they smooth the weather and stand as important CO₂ sinkholes, the main anthropogenic greenhouse gas. In this context, from the estimation of carbon removal from atmosphere by the “Arboreto Comemorativo dos 500 Anos do Brasil”, it was performed an analysis on the growth dynamics of species and its relation with the fixed amount of C or equivalent CO₂ (C-CO₂ eq), with estimations of the amount and rates of C-CO₂ eq removed from atmosphere in each period of study (2003, 2009, 2017, 2020). After 20 years of implementation, the estimated amount of C-CO₂ eq removal from the atmosphere is approximately 180 tonnes, with a very significant annual increasing rate for the last period (around 40 t), due to the growth of climax individuals from 2017 on. These results highlight the potential of urban forests in decreasing the vulnerability of cities facing climate change and the urgency in establishing a forest management for its adequate coping.

KEYWORDS: Carbon Storage; Global climate change; Ecosystem services; Urban green spaces, Parque Estadual Alberto Löfgren.

1 | INTRODUÇÃO

Uma pauta que tem se tornado cada vez mais importante em âmbito mundial é são as mudanças climáticas que estão ocorrendo na Terra, de forma mais acelerada a partir da Revolução Industrial, cujos cenários de emissões avaliadas assinalam que a temperatura média global na superfície da Terra continuará aumentando ao longo do século XXI (IPCC, 2014). Este fenômeno é consequência de uma conjugação da presença de gases de efeito estufa (GEE) de origem antropogênica e do comprometimento de sistemas atuantes como sumidouros de dióxido de carbono (CO₂) (florestas e oceanos) (LUCA *et al.*, 2020).

Os impactos das mudanças climáticas globais (MCG) atingem diretamente os sistemas naturais e humanos, em todos os continentes e também os oceanos - mudanças nas precipitações e no derretimento de neve e gelo; alterações na distribuição geográfica, atividades estacionais, rotas migratórias, abundância e interação de espécies terrestres, de água doce e marinha; impactos nos rendimentos dos cultivos; acidificação dos oceanos; aumento da ocorrência de extremos climáticos (LUCA *et al.*, 2020). O combate à mudança do clima e seus impactos por meio da ação multilateral, tem como base a adoção da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (1992), sob a qual foram negociados os principais tratados internacionais relacionados ao tema, sendo promulgada em 1998 pelo Brasil (UNFCCC, 1992; BRASIL, 1998).

Os esforços para combater as MCG precisam ser planejados e compreendidos em conjunto com o desenvolvimento sustentável. Assim, a Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) constituem planos de ação estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) para a solução de problemas atuais, incluindo a

ação climática, que figura como ODS-13 (UNITED NATIONS, 2015; 2021).

As MCG afetam todos os países em todos os continentes, com sérias perturbações nas economias nacionais e locais, na vida das pessoas e nos ecossistemas naturais, com impacto direto sobre as pessoas mais pobres e vulneráveis (UNITED NATIONS, 2021) e nos ecossistemas urbanos, que já concentram 55% da população humana (UNITED NATIONS, 2019). As atividades de uso da terra podem resultar tanto em emissões como em remoção de gases de efeito estufa (GEE), de modo que a ocupação do território desempenha importante papel nos ciclos climáticos, em especial para atenuar seus impactos nas áreas urbanizadas, visto que a taxa de acumulação de dióxido de carbono pode ser reduzida por meio da fixação do carbono deste gás na vegetação e nos solos dos ecossistemas terrestres (UNFCCC, 2021).

Nesta conjuntura, o presente trabalho estimou a quantidade de carbono em CO₂ equivalente removido da atmosfera pelo Arboreto Comemorativo dos 500 Anos do Brasil, localizado no Parque Estadual Alberto Lofgren, na cidade de São Paulo, implantado no ano 2000, com predomínio de espécies nativas da Mata Atlântica. Com o objetivo de analisar a dinâmica de crescimento das espécies e sua relação com a quantidade de C-CO₂ equivalente (eq) fixado, foram feitas estimativas em quatro períodos ao longo de duas décadas. O estudo também analisou a importância de áreas verdes urbanas frente à mudança climática e sua relação com o fornecimento de serviços ecossistêmicos.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Local de Estudo

A área de estudo é o Arboreto Comemorativo dos 500 anos do Brasil, implantado em 2010, no Parque Estadual Alberto Lofgren (PEAL), localizado na região norte da cidade de São Paulo (Figura 1). O Arboreto ocupa uma área de um hectare, onde foram inicialmente plantadas 500 mudas, sendo 24 de espécies nativas de diversas formações vegetais do estado de São Paulo, 25 espécies já existentes no local provenientes de regeneração natural, além da cerejeira - *Pronus cerasoides* D.Don, árvore símbolo do Japão (SÃO PAULO, 2012).

Ao longo dos anos, o Arboreto foi manejado com substituição de indivíduos que morreram, incluindo todos aqueles de cerejeira. Em 2017 houve um segundo plantio de 104 novos indivíduos. Atualmente o Arboreto é composto por 40 espécies arbóreas, totalizando 604 indivíduos.

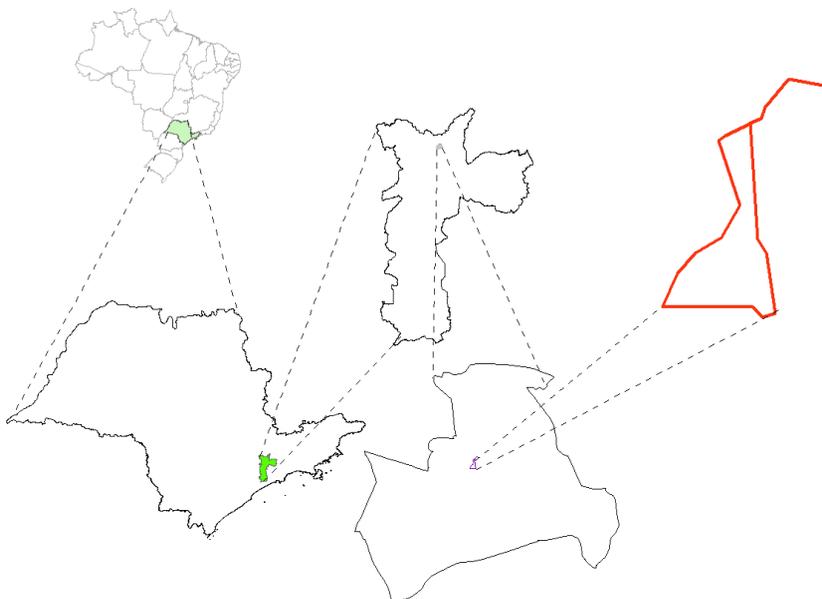


Figura 1: Croqui da localização do Arboreto Comemorativo dos 500 Anos do Brasil no Parque Estadual Alberto Lofgren.

Fonte: Elaboração própria.

3 | METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste estudo foram utilizados os valores de altura e a circunferência à altura do peito (CAP) de todos os indivíduos do Arboreto, coletados nos anos 2003, 2009 e 2017 e 2020. Para indivíduos com altura menor que 1,30 m foi medida a circunferência do tronco da árvore. As coletas foram realizadas com o uso de um clinômetro e uma fita métrica. Para a realização dos cálculos, foram utilizadas as fórmulas expressadas na Tabela 1.

Os valores de CAP foram transformados em DAP (diâmetro à altura do peito) (fórmula 1). No caso de indivíduos ramificados abaixo de 1,3 metros do solo foi feita a coleta do CAP de todas as suas ramificações, e foi utilizado a fórmula 2 (MACDICKEN; WOLF; BRISCOE, 1991) para o ajuste destes valores.

| | |
|-----------|---|
| Fórmula 1 | $DAP = \frac{CAP}{\pi}$ |
| Fórmula 2 | $d = \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2}$ |
| Fórmula 3 | $V_{fuste} = \frac{\pi}{4} \times \left(\frac{DAP}{100}\right)^2 \times h \times 0,5$ |
| Fórmula 4 | $V_{total} = 1,25 \times V_{fuste}$ |
| Fórmula 5 | $biomassa = 1000 \times V_{total} \times d$ |
| Fórmula 6 | $C_{fixado} = biomassa \times 0,5$ |
| Fórmula 7 | $C - CO_2 eq = C_{fixado} \times 3,67$ |

Tabela 1: Fórmulas utilizadas em cada indivíduo arbóreo para estimativa de C-CO₂ eq retirado da atmosfera.

Legenda: CAP= circunferência à altura do peito (cm); DAP= diâmetro à altura do peito (cm); D= diâmetro quadrático (cm); D₁, D₂, D_n = diâmetros de cada ramificação de um mesmo indivíduo; Vfuste= volume do fuste (m³); h= altura (m); Vtotal= volume total (m³); biomassa= biomassa da parte aérea (kg); d = densidade da espécie (g/cm³).

Para estimar a quantidade de carbono em equivalente CO₂ (C-CO₂ eq) retirado da atmosfera pelos indivíduos arbóreos, primeiramente deve-se estimar sua biomassa aérea (PESSOA; MARTINS, 2015), uma vez que o carbono é fixado na biomassa vegetal através do processo de fotossíntese, sendo utilizadas as fórmulas 3, 4 e 5 para a obtenção dos valores de volume do fuste, volume total e biomassa da parte aérea de cada indivíduo, respectivamente. No cálculo do carbono fixado (fórmula 6) foi considerado o índice 0,5 que corresponde a 50% em proporção de carbono na biomassa (SILVEIRA et al., 2008). A estimativa de C-CO₂ eq foi obtida pela multiplicação do carbono fixado por 3,67 (fórmula 7).

Além da revisão da literatura sobre estimativa de carbono em biomassa florestal foram analisados o Plano de Manejo do Parque Estadual Alberto Lofgren (SÃO PAULO, 2012) além de estudos sobre serviços ecossistêmicos, florestas urbanas e mudanças climáticas globais.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As florestas urbanas e periurbanas proporcionam serviços ecossistêmicos culturais, de regulação e de provisão com importância em escala local, regional e global (Tabela 2). Estas florestas abarcam árvores e vegetação associada dentro da cidade e no seu entorno e incluem as áreas protegidas, os espaços verdes nas zonas residenciais e as árvores nas ruas e no entorno de áreas úmidas e corpos d'água (DOBBS *et al.*, 2018; FAO, 2017).

| Aspectos urbanos | Benefícios potenciais das florestas urbanas |
|---|--|
| Insegurança alimentar | Proporcionam alimentos, água limpa e lenha |
| Pobreza urbana | Criam empregos e aumentam a renda |
| Perda do solo e da paisagem | Melhoram as condições do solo e previnem erosão |
| Perda da biodiversidade | Preservam e aumentam a biodiversidade |
| Contaminação do ar | Removem os contaminantes do ar |
| Poluição acústica | Funcionam como barreira acústica |
| Emissão de gases de efeito estufa | Fixam carbono, mitigam a mudança climática |
| Eventos climáticos extremos | Amenizam o clima local e fomentam a resiliência |
| Escassez de energia | Fornecem sombra/resfriamento e combustível lenhoso |
| Efeito de ilha de calor | Melhoram o clima local, com sombra e evapotranspiração |
| Acesso limitado a áreas verdes | Otendem maior acesso a áreas naturais e verdes |
| Comprometimento da saúde pública | Melhoram a saúde física e mental dos residentes |
| Inundações | Mitigam escorregamentos e atenuam inundações |
| Limitação das oportunidades recreativas | Possibilitam a recreação e a educação ambiental |
| Superexposição | Otendem refúgio |
| Recursos hídricos limitados | Permitem a infiltração e reúso de água residuais |
| Falta de coesão comunitária e social | Otendem lugares para interação ao ar livre |

Tabela 2: Benefícios potenciais das florestas urbanas.

Fonte: Adaptado de FAO (2017: p. 5).

Em que pese o potencial de vários serviços ecossistêmicos proporcionados pelas áreas urbanas (Tabela 2), destaca-se sua importância para a mitigação da mudança climática, quer pela fixação de carbono atmosférico em superfície, quer pela redução do efeito urbano de “ilha de calor”. Ainda assim, esses espaços são ameaçados pela mudança da cobertura e uso da terra associada à expansão urbana, especulação imobiliária, intensificação do adensamento e pela ocupação dos vazios urbanos. Historicamente, o crescimento urbano tem sido um dos principais fatores de perda de habitat natural do planeta, o que afeta a capacidade dos ecossistemas urbanos e periurbanos em atender as necessidades vitais de milhões de pessoas que vivem nas cidades e compromete sua qualidade de vida (RODRIGUES, et al. 2019; McDONALD *et al.*, 2018).

Embora as áreas urbanas cubram apenas 2% da superfície da Terra, elas correspondem a 70% das emissões de gás carbônico do mundo e de uma expressiva quantidade de outros GEE. Se em 1950, 30% da população mundial vivia em área urbana, em 2018 este índice foi para 55%, sendo projetado que 66% da população mundial viverá em áreas urbanas em 2050 (UNITED NATIONS, 2019). Assim, as áreas urbanas se configuram como principais contribuintes para as MCG, ao mesmo tempo em que seus bilhões de habitantes são altamente vulneráveis aos extremos do clima e suas consequências.

As florestas urbanas e periurbanas podem exercer um papel crucial para a construção de cidades resilientes, com destaque para a vegetação e o solo das florestas urbanas

que, potencialmente, atuam como importantes sumidouros de carbono, com possibilidade de reduzir a sua vulnerabilidade (FAO, 2017). Nesta perspectiva, foi analisado o Arboreto Comemorativo dos 500 Anos do Brasil implantado em 2000 no Parque Estadual Alberto Löfgren (PEAL).

Em seus primórdios, quando da sua instalação em 1896, o Parque funcionou como um Jardim Botânico; atualmente, ainda restam na área protegida remanescentes dos primeiros plantios realizados. Com a expansão da urbanização na capital paulista, o PEAL, com 187 hectares, assumiu uma diversidade de características e de funções inerentes a parques urbanos ao mesmo tempo em que se firmou como área protegida na categoria Parque Estadual, junto ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (BRASIL, 2000; SÃO PAULO, 2012).

A área protegida, inicialmente subdividida em glebas e parcelas para a implantação de coleções botânicas no então Horto Florestal, manteve o histórico de plantios solenes de árvores em arboretos técnicos e comemorativos de eventos. Assim, em celebração aos cinco séculos de descobrimento do Brasil, e como símbolo da cooperação entre o Brasil e o Japão, o Instituto Florestal juntamente com a Japan International Cooperation Agency (JICA) e Associação dos Bolsistas JICA (ABJICA) implantaram o Arboreto Comemorativo dos 500 anos do Brasil em 2000, com o cultivo de 500 mudas representativas de 50 espécies. A seleção de espécies para a coleção levou em consideração o seu valor histórico e simbólico, além do equilíbrio entre os diferentes grupos ecológicos.

Em 2020 foram inventariados 604 indivíduos arbóreos de 40 espécies instalados no Arboreto, distribuídos em 23 famílias botânicas, sendo as mais frequentes as famílias Fabaceae, Bignoniaceae e Euphorbiaceae.



Figura 2: O local do Arboreto 500 Anos em dois momentos: antes de sua implantação (2000) e 11 anos depois (2011).

Fonte: Acervo Instituto Florestal.

O desenvolvimento florestal em uma determinada área ocorre lentamente, através de um processo de sucessão ecológica, caracterizado por um gradual aumento da complexidade ecossistêmica e da substituição de espécies ao longo do tempo (ALMEIDA, 2016), sendo característico que a floresta é um mosaico de manchas em diferentes estágios sucessionais (GANDOLFI *et al.*, 1995). A sucessão ecológica se refere, portanto, à revegetação de uma área após a ocorrência de um distúrbio e inclui um conjunto de alterações direcionais de composição e estrutura nas comunidades ao longo do tempo (MEINERS; PICKETT, 2011).

Ainda que os limites entre os processos sucessionais sejam imprecisos, sua sequência temporal segue um padrão consistente e sua aplicação permite estudos comparativos e exame dos processos ecológicos. Estes processos de dinâmica da vegetação durante estágios contínuos de sucessão, abarcam o estágio inicial do povoamento, com espécies de árvores pioneiras de crescimento rápido e alta dispersão e se tem o início do estabelecimento de mudas de espécies lenhosas umbrófilas. Este estágio é seguido pela composição da área com espécies secundárias iniciais que crescem rápido como as pioneiras e são intolerantes à sombra e pelas secundárias tardias, mais tolerantes à sombra e com crescimento mais lento. Por fim, se estabelecem as espécies clímax, que são capazes de completar seu ciclo de vida apenas na sombra (CHAZDON, 2012; 2016; MEINERS; PICKETT, 2011; (GANDOLFI *et al.*, 1995; 2015).

O processo de sucessão ecológica é influenciado por diversos fatores que interagem entre si, como o histórico de uso da área, o nível de perturbação da área, a interação entre espécies, as características físicas e químicas do solo e o clima da região. A consideração dessas variáveis e das diferentes paisagens e espaços abertos de uma cidade como bens que fortalecem o sentido de pertencimento e identidade, melhoram a saúde e o bem estar humano e proporcionam serviços ecossistêmicos, é essencial para o adequado planejamento e implantação das florestas urbanas.

Em relação ao desenvolvimento do Arboreto 500 Anos, em 2003 os 10 indivíduos que mais cresceram e, conseqüentemente, retiraram maior quantidade de C-CO₂ eq atmosférico eram em sua maioria (90%) espécies pioneiras e 10% secundária inicial. Na avaliação realizada em 2009, essa composição seguiu a proporção 40% secundárias iniciais, 10% secundárias tardias, e 50% de espécies pioneiras, portanto se estabeleceu um maior equilíbrio entre os grupos sucessionais. No levantamento realizado em 2017, a proporção de pioneiras diminuiu para 30%; as secundárias iniciais e tardias representaram 50% e 20%, respectivamente. Em 2020, as espécies que mais se destacaram corresponderam a 10% de pioneiras, 40% de secundárias iniciais, 10% de secundárias tardias e 40% de espécies clímax.

A Figura 3 sintetiza a variação entre grupos ecológicos dos dez indivíduos que apresentaram maior crescimento, conseqüentemente maior retirada de C-CO₂ eq atmosférico, nos períodos 2003, 2009, 2017 e 2020.

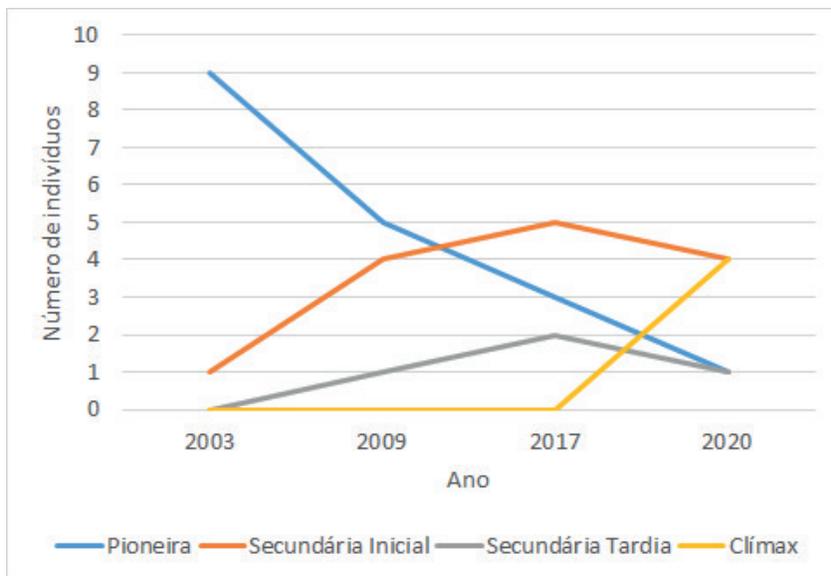


Figura 3: Proporção dos grupos ecológicos dentre os dez indivíduos que mais removeram C-CO₂ eq da atmosfera nos anos 2003, 2009, 2017 e 2020.

Verifica-se que, de maneira geral, a taxa de crescimento de determinada espécie, dentre outros fatores, está relacionada com seu respectivo grupo ecológico. Dessa maneira, em plantios heterogêneos, algumas espécies desempenham função de facilitadoras para outras (CAMPELLO; FRANCO; FARIA, 2005).

| Período | Quantidade de C-CO ₂ eq retirado da atmosfera (kg) | Taxa de C-CO ₂ eq retirado da atmosfera (kg) |
|---------|---|---|
| 2003 | 4.394,48 | 4.394,48 |
| 2009 | 39.258,45 | 34.863,96 |
| 2017 | 61.084,94 | 21.826,49 |
| 2020 | 179.577,50 | 118.492,55 |

Tabela 3: Quantidade e taxa de C-CO₂ eq retirados da atmosfera pelos indivíduos do Arboreto 500 Anos de Descobrimento do Brasil.

Após 20 anos da implantação do Arboreto, a quantidade estimada de C-CO₂ eq retirado da atmosfera foi de aproximadamente 180 toneladas. As taxas anuais de incremento em C-CO₂ eq entre os anos 2003-2009; 2009-2017 e 2017-2020 foram de 5.810; 2.728 e 39.497, respectivamente. Ainda que se considere a incorporação de 104 novos indivíduos no Arboreto em 2017, a taxa anual ocorrida neste período supera demasiadamente as taxas dos períodos anteriores. Este significativo aumento se deve, notadamente, ao crescimento

dos indivíduos do grupo clímax a partir de 2017.

Ainda que o Arboreto 500 Anos seja um pequeno fragmento em uma unidade de conservação muito maior, a quantidade de carbono retirado da atmosfera por esse bosque ao longo de duas décadas evidencia o potencial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas a partir de um olhar integrado e integrador.

Esta perspectiva deve considerar as florestas urbanas e periurbanas em sua totalidade, incluindo os espaços maiores e os vazios urbanos, assim como as florestas nativas, as seminaturais, as florestas plantadas e as árvores isoladas (Figura 4).

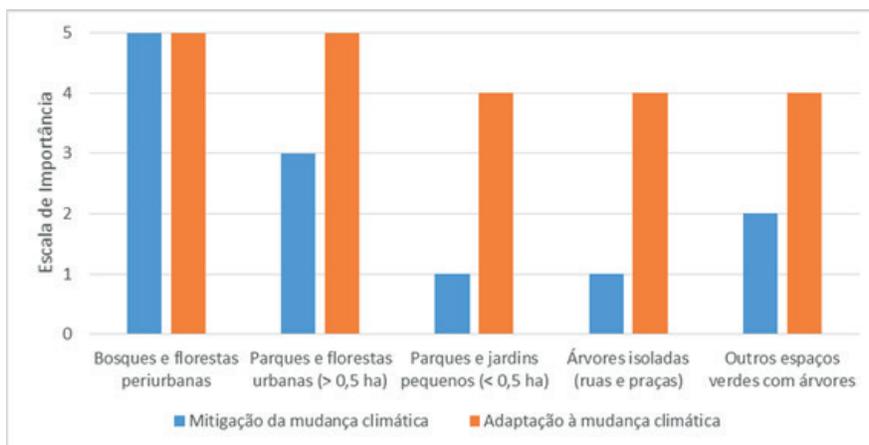


Figura 4: Importância do tipo de bosque urbano frente à mudança climática.

Fonte: Adaptado de FAO (2017).

Com o aumento da temperatura devido à mudança climática (IPCC, 2018), as áreas verdes urbanas se tornaram cada vez mais importantes, especialmente por seus efeitos diretos na atenuação do microclima urbano. Ademais, a adoção de políticas para ampliar a cobertura arbórea urbana em suas múltiplas configurações (árvores isoladas, florestas nativas e plantadas), representa uma importante estratégia para cumprir com as exigências nacionais e globais de fixação de carbono (UNFCCC, 1992). Ao mesmo tempo em que fornecem habitat para a biodiversidade e proporciona múltiplos benefícios para as sociedades humanas (FAO, 2017; DOBBS *et al.*, 2018; BORELLI *et al.*, 2018; FAO, 2018; SALDIVA *et al.*, 2020), as florestas urbanas se configuram como importante instrumento de gestão pública para as cidades (SALDIVA *et al.*, 2020).

5 | CONCLUSÃO

As florestas urbanas podem proporcionar uma ampla gama de serviços ecossistêmicos que beneficiam as pessoas que moram nas áreas urbanas e periurbanas, como também proporcionam benefícios em escala regional e global. Os resultados obtidos neste estudo evidenciaram a similaridade dos indivíduos de um mesmo grupo ecológico nas taxas de crescimento e, conseqüentemente, na quantidade de C-CO₂ eq retirado da atmosfera.

Os resultados também contribuem para um melhor entendimento da dinâmica de plantios heterogêneos de espécies nativas e sua relação com as taxas anuais de incremento em C-CO₂ eq. e do potencial das florestas urbanas para a redução da vulnerabilidade das cidades frente à mudança climática.

Em 20 anos de implantação do Arboreto Comemorativo dos 500 Anos de Descobrimento do Brasil, foram retiradas quase 180 toneladas de C-CO₂ eq atmosférico, o que corrobora com urgência no estabelecimento de uma gestão florestal urbana que considere a totalidade da cobertura florestal e dos vazios urbanos para potencializar as medidas de mitigação e de adaptação à mudança climática, ao mesmo tempo em que os ecossistemas urbanos e seus serviços são conservados, preservados, recuperados e utilizados de forma sustentável.

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento especial a Armando Sampaio de Rezende Neto, Maria Teresa Zugliani Toniato, Jordi Bitencourt de Lima e Letícia Colletto pela colaboração neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. S. **Recuperação ambiental da mata atlântica**. 3rd ed. rev. and enl. Ilhéus, BA: Editus, 2016, 200 p.

BORELLI, S. *et al.* **Los bosques urbanos en el contexto global**. In. FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. UNASYLVA - Revista Internacional sobre bosques y actividades e industrias forestales: Bosques y Ciudades Sostenibles. n. 250. Vol. 69, 2018/1, p.3-10.

BRASIL. **Decreto nº 2.652, de 1º de julho de 1998**. Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992, 1998.

BRASIL. **Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências, 2000.

CHAZDON, R. **Regeneração de florestas tropicais Tropical forest regeneration**. Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi de Ciências Naturais, v. 7, p. 195-218, 2012.

Chazdon, R. L. *et al.* **When is a forest a forest? Forest concepts and definitions in the era of forest and landscape restoration.** *Ambio* 45, 538–550 (2016). <https://doi.org/10.1007/s13280-016-0772-y>

CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A.; FARIA, S. M. **Aspectos ecológicos da seleção de espécies para sistemas agroflorestais e recuperação de áreas degradadas.** *Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável*, v. 1, 2005.

DOBBS, C. *et al.* **Benefícios de la silvicultura urbana y periurbana.** In. FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. UNASYLVA - Revista Internacional sobre bosques y actividades e industrias forestales: Bosques y Ciudades Sostenibles. n. 250. Vol. 69, 2018/1, p.22-29.

FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. **Diretrizes para la silvicultura urbana y periurbana.** Estudio FAO: MONTES, 178. Roma, 2017. 191p.

FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. **UNASYLVA** - Revista Internacional sobre bosques y actividades e industrias forestales: Bosques y Ciudades Sostenibles. n. 250. Vol. 69, 88p.

GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H. de F.; BEZERRA, C. L. F. **Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP.** *Revista brasileira de biologia*, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995.

GANDOLFI, S. **Sucessão Ecológica.** Palestras e Anais do VI Simpósio de Restauração Ecológica - 2015: Novos Rumos e Perspectivas. Minicurso 1. Restauração ecológica de florestas tropicais: estágio atual. Instituto de Botânica de São Paulo. 2015. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2016/02/Aula_Sergius_Gandolfi_IBT-Sucessao_Ecologica_20151.pdf>

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Cambio climático 2014: Informe de síntesis.** Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 2014.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Global Warming of 1.5°C: An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.** Summary for Policymakers. IPCC, Switzerland, 2018.

LUCA, E. F. *et al.* **Fixação de carbono em superfície e redução de gases de efeito estufa na atmosfera.** In. RODRIGUES, E. A. *et al.* **Serviços Ecossistêmicos e Bem-Estar Humano na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo.** São Paulo: Instituto Florestal, 2020. p. 317-366.

MACDICKEN, K. G.; WOLF, G. V.; BRISCOE, C. B. **Standard research methods for multipurpose trees and shrubs.** Arlington: Winrock International Institute for Agricultural Development/ICRAF, 1991. 92p. (Multipurpose Tree Species Network Series: Manual, 5).

McDONALD, R. *et al.* **Nature in the Urban Century: A global assessment of where and how to conserve nature for biodiversity and human wellbeing.** The Nature Conservancy - TNC., 2018.

PICKETT, S. T. A.; MEINERS, S. J.; CADENASSO, M. L. **Domínio e proposições da teoria da sucessão**. Teoria da ecologia, p. 185-218, 2011.

PESSOA, S. G.; MARTINS, M. A. **Sequestro de carbono em região de cerrado em mato grosso: contribuição para o equilíbrio do clima**. Connection Line - Revista Eletrônica do UNIVAG, n. 12, 2015.

RODRIGUES, E. A. *et al.* **Serviços ecossistêmicos e políticas públicas: subsídios para a conservação ambiental e o bem-estar humano na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo**. In. Diálogos socioambientais na Macrometrópole Paulista. Vol. 3. N. 3, jul/2019. 52p., p. 22-26.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente; Instituto Florestal. **Parque Estadual Alberto Lofgren: Plano de Manejo**. Coordenadores: Ana Lucia Arromba, Cristiane Leonel et al. 1.ed.; São Paulo, Instituto Florestal, 2012.

SALDIVA, P. H. N. *et al.* **Qualidade do ar**. In. RODRIGUES, E. A. *et al.* **Serviços Ecossistêmicos e Bem-Estar Humano na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo**. São Paulo: Instituto Florestal, 2020. p. 275-315.

SILVEIRA, P. *et al.* **O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais**. Floresta, v. 38, n. 1, 2008.

UNFCCC - UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. **United Nations Framework Convention on Climate Change**. 1992. Disponível em: <<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>>

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change. **Land Use**. In: UNFCCC Topics. Disponível em: <<https://unfccc.int/topics#:d6466783-27a7-4ddf-b357-58474e555a5e>>.

UNITED NATIONS. **General Assembly. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. [A/res/70/1], 2015. Disponível em: <https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E>.

UNITED NATIONS. Department of Economic and social Affairs, Population Division. **World Urbanization Prospects 2018: Highlights**. (ST/ESA/SER.A/421), 2019, 38 p.

UNITED NATIONS. **Sustainable Development Goals**. 2021. Disponível em: <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>>.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Altura 2, 3, 4, 5, 31, 32, 44, 56, 61, 62, 72, 74, 75, 79, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 100

Arborização Urbana 1, 2, 8

Áreas verdes 28, 30, 37

B

Biomassa Aérea 32, 62

Biometria Florestal 88, 99

Biopromotores 5, 6, 1, 2, 7

C

Ciclagem de nutrientes 41, 42, 48, 50, 52

Competição 7, 7, 63, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

Crescimento 5, 6, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 19, 20, 25, 27, 28, 30, 33, 35, 36, 38, 49, 63, 73, 74, 84, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 95, 96, 97, 98, 100, 107

Cultivo in vitro 6, 16, 18, 19, 22, 25, 26

D

Dendrometria 70

Desenvolvimento inicial 20, 23

Diâmetro a altura do peito 91, 92

Diâmetro de copa 7, 72, 74, 75, 77, 80, 82, 83, 84, 89, 90, 91, 94, 95, 97

F

Fibras Vegetais 101, 106, 119

Fibrocimento 102

Floresta Estacional 52, 72, 87, 90, 92, 93

Floresta Nativa 19, 88

Fogo 54, 56, 57, 58, 64, 65, 66, 67, 68, 69

G

Germinação 6, 2, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27

I

Incêndios Florestais 54, 55, 56

Incêndios Rurais 54, 55, 67

Inoculação de Microrganismos 4, 5

M

Manejo florestal 5, 19, 72, 73, 74, 75, 79, 88, 89, 90, 100

Micropropagação 16, 17, 18, 23, 25, 26, 27

Mineração 41, 42, 43, 44, 46, 47, 50, 51, 52, 53

MINERAÇÃO 6, 41

Mudança Climática 5, 6, 28, 30, 33, 37, 38

Mudas 5, 6, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 18, 22, 23, 30, 34, 35, 41, 42, 43, 44, 86

P

Painéis MDP 8, 107

Pastoreio 7, 54, 56, 57, 58, 60, 61, 69

Plantio 3, 30, 41, 42, 43, 44, 96, 100

Plântulas 4, 11, 13, 16, 21, 23, 24

Povoamento 35, 54, 56, 58, 61, 63, 64, 68, 83, 93, 95, 96, 100

Povoamentos Florestais 66, 68

Produção de mudas 1, 2, 3, 7, 8, 18

Propriedades físicas 48, 105, 107, 109, 111, 112, 116, 117, 119, 120

Propriedades mecânicas 108, 113, 114, 116, 118, 120

R

Recuperação de áreas degradadas 39

Restauração Florestal 5, 3, 41, 43, 44, 46, 47, 48, 50, 52

S

Serapilheira 6, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53

Serviços Ecosistêmicos 5, 28, 30, 32, 33, 35, 38, 39, 40, 48

Solo 8, 31, 33, 35, 41, 42, 43, 47, 48, 49, 50, 55, 57, 58, 61, 65, 66, 89, 109

T

Técnicas Silvícolas 54

Tratamento Químico 56, 102, 103

V

Velocidade de Emergência 11, 13

Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Empreendedorismo e Inovação na Engenharia Florestal 3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 