

NILZO IVO LADWIG
(Organizador)

PLANEJAMENTO E GESTÃO DO TERRITÓRIO E DA PAISAGEM

Atena
Editora
Ano 2022



NILZO IVO LADWIG

(Organizador)

PLANEJAMENTO E GESTÃO DO TERRITÓRIO E DA PAISAGEM



Atena
Editora
Ano 2022



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí

Prof. Dr. Alexandre de Freitas Carneiro – Universidade Federal de Rondônia

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

Profª Drª Ana Maria Aguiar Frias – Universidade de Évora

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa



Prof. Dr. Antonio Carlos da Silva – Universidade Católica do Salvador
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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
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. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadilson Marinho da Silva – Secretaria de Educação de Pernambuco
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Lucicleia Barreto Queiroz – Universidade Federal do Acre
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Universidade do Estado de Minas Gerais
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Marianne Sousa Barbosa – Universidade Federal de Campina Grande
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. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pedro Henrique Máximo Pereira – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
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. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
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^ª Dr^ª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins



Planejamento e gestão do território e da paisagem

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Nilzo Ivo Ladwig

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P712 Planejamento e gestão do território e da paisagem /
Organizador Nilzo Ivo Ladwig. – Ponta Grossa - PR:
Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0523-8

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.238221909>

1. Planejamento urbano. 2. Desenvolvimento
sustentável. I. Ladwig, Nilzo Ivo (Organizador). II. Título.

CDD 333.7

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



Atena
Editora
Ano 2022

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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

O livro que apresentamos à comunidade acadêmica é resultante do XII Seminário de Pesquisa em Planejamento e Gestão Territorial (SPPGT), que ocorreu em 2021, de forma remota, em função da pandemia COVID-19. O evento é organizado anualmente pelo Laboratório de Planejamento e Gestão Territorial (LabPGT) e pelo Laboratório de Arqueologia Pedro Ignácio Schmitz (LAPIS).

A edição de 2021 teve como temática Paisagem e Território, termos que são normalmente aceitos como um caminho na promoção do desenvolvimento sustentável em diferentes escalas de planejamento, do local ao regional.

O XII SPPGT foi organizado em formato de Grupos de Trabalhos (GTs), sendo que o GT Planejamento do Território e da Paisagem apresentou e discutiu trabalhos, sendo que os melhores foram selecionados para publicação.

Os 11 capítulos da obra discutem o reconhecimento da valorização do território e da paisagem biofísica e construída como um recurso e um bem comum de relevância ambiental, social e econômica. Exigindo um tratamento a partir de visões multiescalares e de sua multifuncionalidade, tanto na esfera pública como privada, no planejamento em intervenções na paisagem urbana, rural e regional.

Os capítulos discutem a relevância dos estudos de cobertura e uso da terra no planejamento e na gestão territorial, a importância da análise da paisagem considerando a bacia hidrográfica como área de estudo, o processo de produção do espaço urbano e memória coletiva em prol de um planejamento urbano e rural resiliente. Não esquecendo do geopatrimônio, da percepção ambiental, e da recuperação da paisagem de áreas degradadas pela mineração de carvão mineral com espécies arbóreas da floresta atlântica.

A socialização dos resultados do Seminário é peça fundamental na construção de uma ponte entre as universidades, os pesquisadores e a comunidade. O evento continua mantendo a proposta inicial desde a primeira edição do SPPGT, em 2010, que sempre foi a de trabalhar interdisciplinarmente, buscando sua consolidação e o reconhecimento nacional, e recebendo participantes, apresentadores e palestrantes de diversas áreas científicas e regiões do País. Fruto disso, foi o apoio da Capes e da Fapesc, juntamente com outros apoiadores, mostrando um caminho de excelência em pesquisa.

Nosso singelo agradecimento à todos que estão desde o início nessa empreitada, bem como àqueles que vêm se incorporando ao nosso projeto de debate e divulgação científica. Vale destacar também a grata participação da Capes e da Fapesc, o fomento disponibilizado por ambas foi importante para a qualificação do evento. Nossos cordiais

agradecimentos aos apoiadores institucionais, às empresas, às pessoas e às entidades, pois, destes dependemos para a correta harmonia entre o planejamento e a execução do seminário e desta publicação.

Uma boa leitura e até a próxima publicação!

Nilzo Ivo Ladwig

Organizador

REFLEXÕES

Um mundo sustentável, demanda um compromisso inequívoco e incondicional com o desenvolvimento econômico, o progresso social, a redução das desigualdades e a preservação (e restauração) do meio ambiente. É este o propósito da presente obra: Planejamento e gestão do território e da paisagem, onde se evidenciam relevantes pesquisas, com o objetivo da edificação de comunidades resilientes, sustentáveis, onde pessoas e natureza coexistam de forma harmônica e simbiótica, na fantástica “Casa Comum”, a nossa Mãe Terra.

No discorrer dos capítulos que compõe este livro, somos convidados a refletir sobre o(s) uso(s) da terra, numa lógica de interação entre espaço urbano e rural, cidade e campo, ocupação humana do território e os impactos desta sobre os recursos. Relembrei os estudos sobre os nexos entre água-energia e alimentos e a necessidade de gestão destes recursos escassíssimos num tempo de mudanças ambientais globais, de emergência climática onde as estratégias de adaptação às mudanças climáticas são um imperativo para a garantia da segurança humana.

Com o advento da 4ª revolução industrial, na era da transformação digital, planejar o território demanda um pensamento holístico, uma visão integradora dos espaços, uma oportunidade e um propósito de redefinição da missão social das cidades, contextualizada por novas agendas urbanas, por uma cidade sustentável, inclusiva e inteligente. Promover a sustentabilidade nos territórios é agenda das Nações Unidas, a agenda dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, baseada em cinco princípios: “Pessoas, Planeta, Prosperidade, Paz e Parcerias”, um roteiro desafiador, inspirador e generoso, com o propósito de: “não deixar ninguém para trás”.

O século XXI é o século das cidades, a maioria da humanidade habita em espaços urbanos, o crescimento das cidades trás riscos e desafios muito grandes: como garantir que as cidades sejam sustentáveis, que as moradias sejam seguras e dignas, promovam bem-estar, qualidade de vida, saúde, mobilidade, oportunidade, renda e emprego, preservem a memória coletiva e o patrimônio, coexistam e protejam o ambiente natural? Com a maioria da população humana vivendo nos espaços urbanos, a gestão destes territórios é determinante na transição para uma nova sociedade mais sustentável.

Os espaços urbanos enfrentam grandes desafios ambientais: a poluição do ar, a contaminação da água, a depredação de recursos naturais, consumo excessivo e as emissões resultantes da queima de combustíveis fósseis, a devastação de florestas. A estes somam-se problemas sociais como a pobreza, exclusão e segregação social e a

fome, o acesso à educação e saúde. A ideia de uma cidade sustentável obriga-nos ao compromisso com a melhoria da qualidade de vida urbana e a implantação da agenda dos objetivos do desenvolvimento urbanos nas cidades.

As cidades estão na “linha da frente” da promoção do desenvolvimento sustentável. (Re)Pensar os espaços urbanos, a sua produção e competitividade, a sua ocupação, a sua função social é urgente. As cidades terão de ser os maiores contribuintes para a redução das emissões dos gases de efeito estufa e o cumprimento do acordo de Paris. As cidades têm de se “descarbonizar”, de adotarem tecnologias limpas, de se transformarem de cidades cinzas em cidades verdes, de cuidarem dos seus resíduos, de gerarem a sua energia, de alimentarem os seus cidadãos e de promoverem a saúde, bem-estar e felicidade das suas populações, assegurando um direito humano e universal, o Direito à cidade, traduzido sob a égide de uma cidade Sustentável.

Ao longo desta obra, relembrei da brilhante reflexão do Professor Sir John Beddington: ‘Perfect Storm’, interrogando-me como os territórios serão impactados pela crescente demanda de energia, alimentos e água, resultante do aumento da população humana e num contexto de aquecimento global. Que gigante desafio, o de alimentar, prover água e energia para um mundo com 8 bilhões de seres humanos, a caminho dos 10 bilhões em 2050. A nossa pegada ecológica supera os limites planetários, deixa-nos numa situação de insegurança, cada vez mais expostos a eventos climáticos extremos que ameaçam transformar-se no “novo normal” e impactam todos, em particular as comunidades mais pobres e vulneráveis.

Na promoção da sustentabilidade, o recurso mais escasso parece ser o tempo, a medida que os impactos do Antropoceno se vão tornando mais frequentes, aumentando a urgência das ações de mitigação das mudanças climáticas. Incrementarmos, significativamente, o uso das energias renováveis, abandonarmos os combustíveis fósseis, promovermos a eficiência energética, esverdearmos as cidades, incentivarmos o transporte público, pensarmos a economia numa lógica de circularidade é, e será cada vez mais fundamental, para que a humanidade não cause um aumento da temperatura do nosso planeta, que se transforme num risco existencial.

José Baltazar Salgueirinho Osório de Andrade Guerra

Professor permanente e pesquisador dos Programas de Pós-Graduação e dos Mestrado e Doutorado em Administração e Mestrado em Ciências Ambientais, da Universidade do Sul de Santa Catarina. Fellow do Cambridge Centre for Energy, Environment and Natural Resource Governance (C-EENRG), Department of Land Economy, University of Cambridge, Cambridge, Reino Unido. Líder do Centro de Desenvolvimento Sustentável/ Grupo de Pesquisa em Eficiência Energética e Sustentabilidade (Greens), Unisul.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

BRIEFING GEOHISTÓRICO DOS ESTUDOS DE COBERTURA E USO DA TERRA NO PLANEJAMENTO E NA GESTÃO TERRITORIAL

José Gustavo Santos da Silva

Thaise Sutil

Juliana Debiassi Menegasso

Nilzo Ivo Ladwig

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2382219091>

CAPÍTULO 2..... 14

ANÁLISE DA PAISAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CARVÃO, URUSSANGA, SANTA CATARINA

Gilberto Tonetto

Nilzo Ivo Ladwig

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2382219092>

CAPÍTULO 3..... 37

O PROCESSO DE PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO E MEMÓRIA COLETIVA NO BAIRRO SANTA BÁRBARA EM CRICIÚMA, SANTA CATARINA

Camila Alano Perito

Teresinha Maria Gonçalves

José Gustavo dos Santos Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2382219093>

CAPÍTULO 4..... 58

ESTUDOS PARA UM PLANEJAMENTO URBANO RESILIENTE – CASO PAISAGEM URBANA DE SANTO CRISTO, RIO GRANDE DO SUL

Júlio César Puhl

Renata Franceschet Goettems

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2382219094>

CAPÍTULO 5..... 74

DIAGNÓSTICO E PLANEJAMENTO PARA O SANEAMENTO RURAL – ESTUDO DE CASO DA COMUNIDADE DO ALTO RIO WIEGAND EM JOSÉ BOITEUX, SANTA CATARINA

Willian Jucelio Goetten

Eugênio de Sá Felício

Maria Pilar Serbent

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2382219095>

CAPÍTULO 6..... 90

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MÉTODOS AVALIATIVOS DO GEOPATRIMÔNIO DO

GEOPARQUE CAMINHOS DOS CÂNIONS DO SUL (SC/RS)

Ciro Palo Borges

Maria Carolina Villaça Gomes

Jairo Valdati

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2382219096>

CAPÍTULO 7..... 107

PERCEÇÃO AMBIENTAL E IMAGEM DO TURISMO TERMAL NO MUNICÍPIO DE GRAVATAL – SANTA CATARINA

Caroline Marcos Ramos Machado

Camilla Gomes da Silva

Ana Luiza Sicari

Rogério Santos da Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2382219097>

CAPÍTULO 8..... 124

ÁRVORES NATIVAS EM ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE CARVÃO NO SUL DE SANTA CATARINA, BRASIL

Iara Zaccaron Zanoni

Altamir Rocha Antunes

Aline Votri Guislon

Amanda Vieira Matiola

Micael de Bona

Camila Nagel Machado

Victoria Riella

Julia Gava Sandrini

Guilherme Alves Elias

Robson dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2382219098>

CAPÍTULO 9..... 141

POTENCIAL NÃO MADEIREIRO DAS ESPÉCIES ARBÓREAS DA FLORESTA ATLÂNTICA NO SUL DO BRASIL

Iara Zaccaron Zanoni

Altamir Rocha Antunes

Aline Votri Guislon

Amanda Vieira Matiola

Micael De Bona

Camila Nagel Machado

Victoria Riella

Julia Gava Sandrini

Guilherme Alves Elias

Robson dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2382219099>

CAPÍTULO 10.....	161
PLANEJAMENTO E GESTÃO DO ENSINO E AS CONFLUÊNCIAS TERRITORIAIS DO PÚBLICO E DO PRIVADO	
Enaide Tereza Rempel	
Aloísio Ruscheinsky	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.23822190910	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	176

ÁRVORES NATIVAS EM ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE CARVÃO NO SUL DE SANTA CATARINA, BRASIL

Data de aceite: 10/08/2022

Iara Zaccaron Zanoni

Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, mestranda, iara_zanoni@hotmail.com

Altamir Rocha Antunes

Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, doutorando, altamirmad@hotmail.com

Aline Votri Guislon

Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, doutoranda, vg_aline@hotmail.com

Amanda Vieira Matiola

Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, mestranda, amanda.matiola1@gmail.com

Micael de Bona

Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Curso de Ciências Biológicas, graduando, micael.tutu@gmail.com

Camila Nagel Machado

Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Curso de Ciências Biológicas, graduanda, camila.nagel@hotmail.com

Victoria Riella

Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Curso de Ciências Biológicas, graduanda, victoriariella@hotmail.com

Julia Gava Sandrini

Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Curso de Ciências Biológicas, graduanda, juliagsandrini@gmail.com

Guilherme Alves Elias

Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, docente, guilherme@unesc.net

Robson dos Santos

Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, docente, rsa@unesc.net

RESUMO: Dentre os passos para a recuperação de uma área degradada, a seleção adequada das plantas que irão iniciar o processo de sucessão é um dos pontos mais importantes, visto que, o estabelecimento da vegetação deve ser eficiente, ocorrendo de maneira rápida, evitando perdas e altos custos. Diante dessa dificuldade, este estudo teve o objetivo de destacar atributos ecológicos, biológicos e silviculturais das espécies encontradas em estereis de mineração, afim de orientar a escolha de espécies arbóreas nativas para o plantio em áreas degradadas pela mineração de carvão no Sul de Santa Catarina. Nesse contexto, foram utilizados dados de dois levantamentos fitossociológicos realizados em pilhas de estereis de mineração de carvão no município de Siderópolis, sul de Santa Catarina. Para tanto, foram selecionadas as 10 espécies nativas com os maiores Índices de Valor de Importância (IVI)

de cada trabalho. Somado a isso, foi realizada pesquisa exploratório-descritiva buscando informações relacionadas à atributos ecológicos e biológicos que explicassem o sucesso dessas espécies nesses ambientes tão hostis. Das 33 espécies citadas nos dois estudos, 19 delas foram consideradas com maiores IVI, dentre elas destacam-se: *Pera glabrata*, *Clethra scabra*, *Myrsine coriacea*, *Myrcia splendens*, *Cecropia glaziovii*, *Aegiphila integrifolia*, *Psidium cattleianum*, *Miconia ligustroides* e *Alchornea triplinervia* por apresentarem IVI superior a cinco. Destaca-se, também, *Mimosa scabrella*, com comprovada contribuição no processo de reabilitação ecológica no sul de Santa Catarina e alerta-se que o uso *Mimosa bimucronata* pode alterar negativamente a diversidade específica da área a ser restaurada, devido seu potencial alopatóico.

PALAVRAS-CHAVE: Ambientes degradados; Floresta tropical; Restauração ecológica; Seleção de espécies.

INTRODUÇÃO

A preocupação com a reabilitação de danos ambientais causados pela população humana não é recente, uma vez que, estratégias conservacionistas visando plantios florestais em áreas degradadas vêm sendo planejadas desde o século XIX (KAGEYAMA *et al.*, 2003). Desde então, muitos conceitos surgiram para definir essas estratégias, entretanto, somente na década de 1980, com o desenvolvimento da Ecologia da Restauração, os conceitos ficaram mais esclarecidos (KAGEYAMA *et al.*, 2003).

A definição mais atual de Reabilitação ecológica foi estabelecida pelo Decreto nº 8.972/2017 (BRASIL, 2017), que instituiu a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. O Decreto define Reabilitação Ecológica como a “intervenção humana planejada visando à melhoria das funções de ecossistema degradado, ainda que não leve ao restabelecimento integral da composição, da estrutura e do funcionamento do ecossistema preexistente”, no entanto, esse ecossistema deverá apresentar condições de se autossustentar, com uma comunidade vegetal estabelecida e interações entre organismos.

Dentre os processos de degradação, a mineração de carvão é um dos processos que pode gerar diversos impactos ambientais irreversíveis, haja vista que a atividade consiste na extração de um recurso natural não renovável (MARTINI *et al.*, 2016).

A mineração de carvão no Sul de Santa Catarina provocou consideráveis impactos, como: a poluição da água, do ar, do solo e do subsolo (SANTOS *et al.*, 2008; KLEIN *et al.*, 2009). Klein (2006) e Citadini-Zanette (1999) ressaltam ainda, que em ambientes onde a mineração ocorreu a céu aberto, a vegetação foi suprimida, o banco de sementes destruído e o solo foi totalmente descaracterizado de sua composição original, resultando em uma

paisagem formada por pilhas de estéreis de mineração. O substrato gerado é resultante da mistura de horizontes do solo, com baixos teores de matéria orgânica, elevados índices de metais pesados e baixo pH (DUFLOTH *et al.*, 2005 e KLEIN *et al.*, 2009). No sul do estado de Santa Catarina foram 6.400 hectares degradados e abandonados após o processo de mineração, que precisam ser reabilitados (CITADINI-ZANETTE, 1999).

Para se reabilitar uma área degradada, a seleção adequada das espécies que irão iniciar o processo de sucessão é um dos principais pontos dentro do processo, visto que, o estabelecimento da vegetação deve ser eficiente, ocorrendo de maneira rápida, evitando perdas e altos custos (NERI *et al.*, 2011; SALOMÃO; SANTANA; BRIENZA-JUNIOR., 2013). Dessa forma, tornam-se indispensáveis, no momento da seleção das espécies, estudos que abordem atributos biológicos, ecológicos, reprodutivo e silviculturais das mesmas (LOURENZO, 1991; DIAS, 2014).

Salomão; Santana; Brienza- Junior (2013) destacam ainda que a escolha das espécies deve ser fundamentada em estudos desenvolvidos na mesma área a ser restaurada ou em áreas similares. Estudos fitossociológicos em ambientes alterados, perturbados e degradados têm, na maioria das vezes, como objetivo, não apenas subsidiar a escolha das espécies, mas, também, descobrir como empregá-las eficientemente nos projetos de restauração (NERI *et al.*, 2011).

Tendo em vista a dificuldade e a importância da seleção adequada das espécies que darão início aos processos de reabilitação e sucessão ecológica secundária em ambientes degradados, este estudo teve como objetivo destacar os atributos ecológicos, biológicos e silviculturais de espécies arbóreas nativas encontradas em estéreis de mineração de carvão a céu aberto no sul de Santa Catarina, afim de orientar a reabilitação ambiental.

MATERIAIS E MÉTODOS

As pilhas de estéreis de mineração de carvão a céu aberto, onde foram realizados os levantamentos fitossociológicos, estão localizadas no município de Siderópolis, Santa Catarina, sul do Brasil. As áreas de estudo foram caracterizadas pela existência de antigas cavas de mineração a céu aberto, sendo formadas, principalmente, por pilhas de estéreis de mineração e depósitos de rejeitos, com baixa ocorrência de vegetação arbórea nativa.



Figura 1- Panorama geral da vegetação nas áreas mineradas a céu aberto no município de Siderópolis, Santa Catarina

Fonte: dos autores

A região está inserida no Bioma Mata Atlântica, na fitofisionomia da Floresta Ombrófila Densa Submontana. O clima da região segundo a classificação de Köppen é mesotérmico úmido sem estação seca definida e com verões quentes (Cfa), com temperaturas médias variando entre 16 °C e 18 °C, com precipitação anual média variando de 1.400 a 1.600 mm e umidade relativa do ar de 80 a 85% (BACK, 2009).

Os dois estudos fitossociológicos analisados foram os de Santos *et al.* (2008) e Lorenzi (2013), ambos realizados em estereis de mineração de carvão no município de Siderópolis, sul de Santa Catarina. Para cada espécie foi realizada uma pesquisa exploratório-descritiva em bibliografias físicas especializadas e nas seguintes bases de dados eletrônicas: *Scielo*, *Scopus*, *Science Direct* e *Web of Science*, buscando informações relativas à categoria sucessional, síndrome de dispersão e regime de renovação foliar que explicassem o estabelecimento dessas espécies em ambientes alterados. Além dessas informações utilizou-se o Índice de Valor de Importância (IVI), maior que cinco, como parâmetro para a seleção de espécies com maior potencial. Esse índice representa as espécies mais importantes dentro do ambiente, aplicado a esse trabalho, pode ser um forte indicativo das quais possuem maior capacidade de colonizar ambientes alterados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as 19 espécies arbóreas nativas com maiores IVI, destacaram-se: *Pera glabrata* (Schott) Baill., *Clethra scabra* Pers., *Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult., *Myrcia splendens* (Sw.) DC., *Cecropia glaziovii* Snethl, *Aegiphila integrifolia* (Jacq.) Moldenke, *Psidium cattleianum* Sabine, *Miconia ligustroides* (DC.) Naudin e *Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll.Arg por apresentarem IVI superior a cinco, e assim, caracterizando-as como as mais representativas dentre as espécies citadas nos estudos (Tabela 1).

Nome científico	Santos <i>et al</i> (2008)	Lorenzi (2013)	
	A1	A2	A3
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Baill.		18,6	
<i>Clethra scabra</i> Pers.	17,3	10,6	16,9
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	11,3		11,8
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	0,4	9,5	
<i>Cecropia glaziovii</i> Snethl.		6,8	
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	1	6,7	
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine			6,1
<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin	2,4		6
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.		5,1	
<i>Pleroma sellowianum</i> (Cham.) P.J.F.Guim. & Michelang.	1,9	4,9	3,9
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.		4,6	
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.		3,9	
<i>Rudgea jasminoides</i> (Cham.) Müll.Arg.		3,8	
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	2,2		
<i>Croton celtidifolius</i> Baill.	1,9		
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.	1,6		
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.			1,5
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	1,4		
<i>Symplocos tenuifolia</i> Brand	1		1,3

Tabela 1- Lista de espécies com maior Índice de Valor de Importância (IVI) citadas em estudos realizados em pilhas de estereis de mineração de carvão a céu aberto no Sul de Santa Catarina. Em que: A1= área de estudo utilizada por Santos *et al.* (2008) e A2 e A3 = áreas de estudo utilizadas por Lorenzi (2013).

Pera glabrata é considerada uma espécie secundária inicial, perenifólia que ocorre

sobre solos bem drenados (LORENZI, 1992; MARTINS, 2001). Apresenta velocidade de crescimento moderada, podendo chegar a 10 m de altura na idade adulta (MARTINS, 2001). Produz em torno de 51.000 sementes por quilograma, as quais possuem uma baixa taxa de germinação, em torno de 17% (LORENZI, 1992). A dispersão é zoocórica, realizada principalmente pela avifauna (FREITAS *et al.*, 2011). Lorenzi (1992) destaca que a espécie possui potencial para a restauração de ambientes degradados. *Pera glabrata* tem sido sugerida nos processos de reabilitação de área degradada pelo seu alto índice de cobertura vegetal (MONTEIRO; CÉSAR, 1995; ASSUMPÇÃO; NASCIMENTO, 2000).

Clethra scabra também se destacou com alto IVI, é uma espécie pioneira, semidecídua, que se desenvolve sobre solos pobres, úmidos e compactados (ICHASO; GUIMARÃES, 1975; SAMPAIO; GUARINO, 2007; KLAUBERG *et al.*, 2010), além de aceitar bem solos arenosos e com altos teores de alumínio (CARVALHO, 2006). A espécie possui crescimento lento, podendo chegar a 30 m de altura na idade adulta e produz em torno de 4 milhões de sementes por quilograma, as quais possuem uma baixa taxa de germinação e anemocoria como forma de dispersão (LORENZI, 1998; CARVALHO, 2006). Encontrada em climas tropicais e subtropicais, ela suporta períodos de geadas e temperaturas negativas (CARVALHO, 2006), característica de extrema importância visto que na região sul do Brasil, temperaturas negativas e geadas ocorrem frequentemente durante o ano. Esses atributos fazem com que a espécie seja frequentemente indicada para o plantio em áreas degradadas (LORENZI, 1998; CARVALHO, 2006).

Myrsine coriacea é uma espécie pioneira, perenifólia, que tolera sombreamento de baixa e média intensidade na fase juvenil (CARVALHO, 2003). Desenvolve-se sobre solo de drenagem boa a regular, de textura argilosa a arenosa, e apesar de ocorrer sobre solos secos, fracos, rasos e de baixa fertilidade, ela também pode ser encontrada em várzeas e banhados (LORENZI, 2002; CARVALHO, 2003). *Myrsine coriacea* possui crescimento rápido, produz cerca de 49.500 sementes por quilograma, as quais possuem uma taxa de germinação entre 33% e 73%, além disso, os frutos atraem diversos tipos de aves e mamíferos que acabam dispersando suas sementes (CARVALHO, 2003). Características as quais, podem auxiliar no estabelecimento da espécie em áreas em processo de reabilitação ecológica.

Myrcia splendens é uma espécie pioneira, que se desenvolve nos mais variados tipos de solo (CARVALHO, 2008). A espécie possui crescimento rápido, podendo chegar até 10 m de altura, produz cerca de 4.000 sementes por quilograma, com uma taxa de germinação maior que 50% (CARVALHO, 2008; LORENZI, 2009). Seus frutos são carnosos de coloração avermelhada, chamando a atenção da avifauna e do macaco-bugio (*Alouatta guariba*) (KUHLMANN, 1975; CARVALHO, 2008), os quais realizam a dispersão

de suas sementes. Encontrada em climas tropicais, subtropicais e temperados úmidos, ela tolera temperaturas negativas e as geadas intensas da região sul (CARVALHO, 2008). É uma espécie semidecídua considerada núcleo de atração para avifauna. Brites *et al.* (1992) destacam que em uma área de Floresta Ombrófila Mista no estado do Paraná, a espécie apresentou uma deposição anual de 89 quilogramas de serapilheira, característica de extrema importância para a ciclagem de nutrientes no processo de recuperação dos solos degradados (ANDRADE; TAVARES; COUTINHO, 2003). Frequentemente indicada para reabilitação de áreas degradadas a espécie possui condições de se estabelecer em ambientes com características adversas.

Cecropia glaziovii é pioneira, perenifólia, que ocorre sobre solos profundos, úmidos, ácidos ou neutros, com constituição arenosa ou argilosa (LORENZI, 2002; CARVALHO, 2010). Produz entorno de 200 milhões de sementes por quilograma, as quais possuem uma baixa taxa de germinação (LORENZI, 2002; CARVALHO, 2010). A espécie possui crescimento rápido, chegando a 25 m de altura na idade adulta. Seus frutos carnosos e adocicados atraem diversas espécies de aves e morcegos, que ao consumirem seus frutos acabam dispersando suas sementes (LORENZI, 2002; CARVALHO, 2010). Segundo Trevelin *et al.* (2013), os morcegos frugívoros são agentes importantes no reestabelecimento da vegetação em áreas degradadas, tão importantes que, métodos que utilizam óleos essenciais como atrativos para morcegos dispersores, estão sendo considerados eficientes na restauração de áreas degradadas (BIANCONI *et al.*, 2012). Encontrada em climas tropicais e subtropicais, a espécie tolera temperaturas negativas e geadas, e também é recomendada para a reabilitação de áreas degradadas devido seu alto potencial de colonizar ambientes alterados (CARVALHO, 2010).

Aegiphila integrifolia é pioneira, decídua que se desenvolve em diversos tipos de solo (CARVALHO, 2006). Ela produz mais de 32.000 sementes por quilograma, sendo essas, amplamente dispersas por pássaros (LORENZI, 1992; CARVALHO, 2006). Com uma taxa de germinação entre 2% e 65%, dependendo do tratamento da dormência, *A. sellowiana* apresenta bom potencial de regeneração, mesmo em condições adversas (MARTINS, 2005; CARVALHO, 2006). Ocorrendo em climas tropicais e subtropicais, a espécie tolera temperaturas negativas e geadas (CARVALHO, 2006). Essas características podem auxiliar a sobrevivência e a ocupação da espécie em áreas sujeitas a reabilitação ecológica (LORENZI, 1992; CARVALHO, 2006).

Psidium cattleianum é pioneira, semidecídua que ocorre principalmente sobre solos úmidos (LORENZI, 1992). Ela apresenta crescimento lento, produz cerca de 65.000 sementes por quilograma com uma alta taxa de germinação (LORENZI, 1992). Seus frutos são amplamente consumidos por várias espécies de aves, as quais também dispersam

suas sementes (BACKES; IRGANG, 2004). A espécie é encontrada em climas tropicais e subtropicais e tolera temperaturas negativas e geadas (WIKLER, 1995). Lorenzi (1992) destaca que essas características fazem com que a espécie seja indispensável em plantios mistos destinados a reabilitação de áreas degradadas.

Miconia ligustroides é pioneira, semidecídua que se desenvolve sobre solos bem drenados (LORENZI, 2009). Apresenta crescimento rápido e porte pequeno, chegando a cinco metros de altura (LORENZI, 2009). Ela produz aproximadamente 2,5 milhões de sementes por quilograma e apresenta zoocoria como forma de dispersão (LORENZI, 2009). Ocorre principalmente em clima tropical e subtropical, porém não apresenta informações sobre tolerância a baixas temperaturas e geadas e nem indicação para o plantio em áreas em processo de reabilitação.

Alchornea triplinervia é secundária inicial, perenifólia que ocorre preferencialmente sobre solos profundos, úmidos ou bem drenados, de textura fraco-argilosa (CARVALHO, 2003). A espécie apresenta crescimento variável (lento a rápido), chegando a 20 m de altura na idade adulta (CARVALHO, 2003). Produz cerca de 45.000 sementes por quilograma, com baixa taxa de germinação, inferior a 50%, porém amplamente disseminadas por pássaros (LORENZI, 1992; DURIGAN, *et al.*, 1997; CARVALHO, 2003). Encontrada em climas tropicais, subtropicais e temperados úmidos, a espécie não tolera baixas temperaturas nos dois primeiros anos de implantação (CARVALHO, 2003), após esse período, ela tolera geadas e temperaturas negativas normalmente (CARVALHO, 2003). A espécie apresenta recomendações para reflorestamento de mata ciliar em terrenos com ou sem inundação (SALVADOR, 1987; TORRES *et al.*, 1992).

As demais espécies apresentaram baixo IVI, no entanto, devido aos seus potenciais de estabelecimento na área, as informações mais relevantes foram trazidas.

Pleroma sellowianum é pioneira, decídua que se desenvolve sobre solos secos e rasos (REITZ; KLEIN; REIS, 1983; LOPES; GONÇALVES, 2006). Ela pode atingir uma altura de 12 m e produzir cerca de 36 milhões de sementes por quilograma, as quais são dispersas pelo vento e possuem uma baixa taxa de germinação (BARBOSA *et al.*, 1988; LOPES; GONÇALVES, 2006). A espécie é encontrada em climas tropicais e subtropicais e suporta geadas e temperaturas negativas (CARVALHO, 2010). Tabareli e Montovani (1999) e Lorenzi (2013) consideram-na como espécie importante para a recuperação de áreas degradadas. Encontrada em regiões de clima tropical, subtropical e temperado úmido, a espécie suporta geadas e temperaturas negativas (CARVALHO, 2003). Além disso, ela é considerada uma das espécies pioneiras mais importantes da flora sul brasileira, sendo frequentemente recomendada para a reabilitação de áreas degradadas (LORENZI, 2002; CARVALHO, 2003; BACKES; IRGANG, 2004).

Jacaranda puberula é secundária inicial, perenifólia, indiferente às condições físicas do solo (GLUFKE, 1999; ALMEIDA *et al.*, 2005). Ela apresenta crescimento moderado, podendo chegar a 20 m de altura e produz cerca de 165.000 sementes por quilograma, as quais são amplamente dispersas pelo vento (LORENZI, 1992). Encontrada em climas subtropicais, a espécie tolera geadas e temperaturas negativas (TROPMAIR, 1990; LORENZI, 1992). Além disso, Glufke (1999) destaca que por ser indiferente as condições físicas do solo e por contribuir consideravelmente na composição da serapilheira, apresenta potencial para ser implantada em projetos de restauração de áreas degradadas.

Vernonanthura discolor é pioneira, perenifólia (CARVALHO, 2008; LORENZI, 2009), que se desenvolve em solos ácidos, de baixa fertilidade (CARVALHO, 2008). De crescimento rápido, podendo chegar a 20 m de altura. *Vernonanthura discolor* produz cerca de 1.000.000 de sementes por quilograma, as quais possuem baixa taxa de germinação (10%- 46%) e anemocoria como síndrome de dispersão (CARVALHO, 2008; LORENZI, 2009). A espécie ocorre em climas subtropicais e temperado úmido, tolerando geadas e temperaturas negativas (CARVALHO, 2008; LORENZI, 2009). Considerada indicadora de solos antropizados, é frequentemente indicada para a restauração de ambientes degradados, principalmente em associação com espécies nativas que necessitam de ambiente úmido e sombrio (CARVALHO, 2008).

Mimosa bimucronata é pioneira, semidecídua, que se desenvolve em solos rochosos, ácidos, encharcados e mal drenados (CARVALHO, 2004). Apresenta crescimento rápido, podendo chegar a 15 m de altura. *Mimosa bimucronata* produz cerca de 80.000 sementes por quilograma, as quais possuem altas taxas de germinação (acima de 90%) e autorcoria como síndrome de dispersão (CARPANEZZI, 1997; CARVALHO, 2004). Encontrada em climas tropicais, subtropicais e temperado úmido, a espécie tolera geadas e baixas temperaturas (CARVALHO, 2004). Por ser uma espécie fixadora de nitrogênio no solo, e apresentar características que à permite sobreviver em ambientes alterados, a espécie é indicada para o plantio em ambientes sujeitos a processos erosivos e inundações periódicas (CARVALHO, 2004). Entretanto *M. bimucronata* apresenta potencial alelopático, o qual pode inibir o crescimento de outras espécies, prejudicando o processo de reabilitação ecológica (JACOBI; FERREIRA, 1991; SILVA *et al.*, 2017).

Casearia sylvestris é secundária inicial, perenifólia (LORENZI, 1992), que se desenvolve sobre solos de baixa fertilidade, com altos teores de alumínio, secos, de textura arenosa a argilosa e de pH ácido (CARVALHO, 2006). Apresenta crescimento lento, alcançando 30 m de altura no sul do país (LORENZI, 1992). Produz cerca de 230.000 sementes por quilograma (LONGHI, 1995), com baixa taxa de germinação (entre 10% e 50%) e seus frutos são apreciados por diversas espécies de aves, as quais também fazem

a dispersão de suas sementes (CARVALHO, 2006). A espécie ocorre em climas tropicais, subtropicais e temperado úmido, tolerando geadas e temperaturas negativas (CARVALHO, 2006). É frequentemente recomendada para a restauração de ambientes ripários, onde suporta inundações e encharcamentos (VILELA *et al.*, 1993).

Croton celtidifolius é pioneira, perenifólia que ocorre sobre solos bem drenados, pobres, de Ph baixo e textura fraca a argilosa (CARVALHO, 2008). Apresenta crescimento rápido, podendo chegar a 15 m de altura. A espécie produz cerca de 20.000 sementes por quilograma, as quais possuem taxa de germinação menor que 50% e autocoria como forma de dispersão (CARVALHO, 2008). Segundo Carvalho (2008), *C. celtidifolius*, ocorre em climas subtropicais e temperados úmidos, tolerando baixas temperaturas e geadas. Possui rápido desenvolvimento em campo, fornece proteção ao solo e condições microclimáticas para o estabelecimento de espécies de estágios sucessionais posteriores, facilitando a colonização da área a ser reabilitada.

Weinmannia paulliniifolia é secundária inicial, perenifólia, com ausência de informações relativas as características preferenciais de solo (LORENZI, 2009). A velocidade de crescimento é moderada, podendo chegar a 14 m de altura (LORENZI, 2009). Produz entorno de 1,2 milhão de sementes por quilograma, as quais possuem uma taxa de germinação próxima dos 40% e autocoria como forma de dispersão (LORENZI, 2009). A espécie não apresenta informações relativas à tolerância a baixas temperaturas e a geadas, assim como não apresentou indicações para a reabilitação de ambientes degradados.

Mimosa scabrella é, essencialmente, heliófita, pioneira, perenifólia, sendo considerada uma das espécies de crescimento mais rápido do Sul do Brasil, chegando a atingir 29 m de altura (CARVALHO, 1983, 2003). Ocorre sobre solos rasos a profundos, de textura fraca a argilosa com Ph ácido e baixa fertilidade (CARVALHO, 2003). Ela produz cerca de 84.504 sementes por quilograma, as quais possuem alta taxa de germinação, acima de 90%, e autocoria como forma de dispersão (CARVALHO, 2003). Ocorre em climas subtropicais e temperado úmido, é extremamente susceptível a geadas nos primeiros anos de plantio, diante disso, recomenda-se realizar os plantios na primavera, evitando-se perdas por geadas no primeiro ano, quando a muda é mais frágil (CARVALHO, 2003). *Mimosa scabrella* é promissora na reabilitação ecológica de áreas degradadas (CITADINI-ZANETTE *et al.*, 2017), pois além de ser fixadora de nitrogênio, melhorando a qualidade do solo, foi a única espécie nativa sobrevivente do Projeto M, projeto este que deu início aos estudos para a reabilitação ecológica de áreas mineradas a céu aberto no sul de Santa Catarina (HARTER-MARQUES; ENGELS, 2003). Nesse projeto, ainda se verificou que a espécie contribuiu com serapilheira e sementes suficientes para a manutenção na área,

favoreceu o início da sucessão ecológica sob suas copas, criando condições de microclima para espécies tolerantes ao sombreamento (BAGGIO *et al.*, 1995; CARPANEZZI, 1997; CITADINI-ZANETTE *et al.*, 2017).

Symplocos tenuifolia assim como *Rudgea jasminoides* são espécies pioneiras, perenifólias, que apresentam dispersão zoocórica e podem chegar até 20 m de altura (CARVALHO, 1980; CARVALHO, 2003). As informações referentes a produção de sementes, velocidade de crescimento, tipos de solos onde são encontradas e tolerância climática, não foram encontradas. A falta dessas informações dificulta a indicação dessas espécies para a reabilitação de áreas degradadas no Sul do Brasil.

Em relação a categoria sucessional das espécies estudadas, a maioria delas (14 espécies) são pioneiras, seguidas por secundárias iniciais (5). Espécies pioneiras e secundárias iniciais geralmente apresentam crescimento rápido, ciclo de vida curto e alta tolerância a radiação solar (ALMEIDA, 2016). Além disso, essas espécies irão dar início ao processo de sucessão, fornecendo sombreamento da área, controlando espécies exóticas invasoras e propiciando melhores condições de desenvolvimento para as espécies secundárias tardias e clímax (MORAES *et al.*, 2013).

A predominância de espécies zoocóricas (11 espécies) em relação as autocóricas (4) e anemocóricas (4) é comum em locais onde há grande frequência de espécies pioneiras e secundárias iniciais (BUDOWSKI, 1965), como é o caso das pilhas de estêreis de mineração de carvão a céu aberto. Esses modelos de dispersão influenciam na fecundidade, estruturação genética, regeneração e sobrevivência das espécies dentro de uma área (MISSIO *et al.*, 2017). Com a ingestão e o transporte das sementes realizados pelos animais, a germinação de algumas sementes é aumentada, devido ao tratamento que essas recebem ao passar pelo trato digestivo desses animais (TRAVERSESET, 1998; ROBERTSON *et al.*, 2006) e, além disso, o fato desses animais percorrerem longas distancias acabam transportando as sementes para longe da planta mãe, o que além de facilitar a regeneração, aumenta a diversidade genética da área (HAMRICK, 2004; YOUNG; BOYLE; BROWN, 1996).

Com relação ao regime de renovação foliar, 13 espécies foram classificadas como perenifólias, quatro espécies, semidecíduas e duas espécies, decíduas. Associado a longevidade foliar, competição por luz, capacidade fotossintética, sobrevivência a condições desfavoráveis e eficiência no uso e distribuição de nutrientes (MISSIO *et al.*, 2017), a estratégia de renovação foliar torna-se um atributo chave na indicação de espécies para a reabilitação de áreas degradadas.

A deciduidade foliar tem sido considerada como uma adaptação de sobrevivência

durante períodos desfavoráveis, como: no inverno, em função da baixas temperaturas e geadas frequentes (CHAVE *et al.*, 2009), porém, Givnish (2002) destaca que essa estratégia requer uma elevada disponibilidade de nutrientes nos solos, uma vez que perder as folhas torna-se “custoso” em função da perda da biomassa. Já em função da melhor capacidade de conservação de carboidratos e por apresentar crescimento contínuo, mesmo em estação seca, as espécies perenifólias apresentaram o dobro de sobrevivência e regeneração natural em relação às espécies decíduas (DIAS, 2014).

Além dessas espécies, *Eucalyptus saligna* Smith foi registrado nos dois trabalhos com IVI superior a 40, no entanto optou-se por remover a espécie da lista, visto que, seu alto potencial alopatóico associado ao sua alta taxa de regeneração e colonização de ambientes inviabilizaria o reestabelecimento da vegetação nativa regenerante (SILVA *et al.*, 2017). Além de *E. saligna*, foram citadas outras duas espécies exóticas invasoras na área de estudo, *Acacia mearnsii* De Wild. e *Psidium guajava* L., as quais também possuem elevadas taxas de regeneração e colonização de ambientes.

Acacia mearnsii está classificada como Categoria 1, ou seja, espécie que apresenta proibição em relação ao seu transporte, translocação, cultivo, propagação por qualquer forma de reprodução, comércio, doação ou aquisição intencional sob qualquer forma (CONSEMA, 2012; SANTA CATARINA, 2016). Já *E. saligna* e *Psidium guajava* estão classificadas como Categoria 2, ou seja, espécie que pode ser utilizada em condições controladas, com restrições, sujeita à regulamentação específica (CONSEMA, 2012; SANTA CATARINA, 2016), portanto, devem ser evitadas em restauração ecológica de áreas degradadas.

CONCLUSÃO

Esse estudo apresentou um conjunto de informações biológicas, ecológicas e silviculturais a respeito de 19 espécies arbóreas nativas encontradas em estêreis de mineração de carvão a céu aberto no sul de Santa Catarina. Essas espécies apresentam características propícias para serem utilizadas em projetos de reabilitação ecológica, dentre elas, destacam-se *M. scabrela*, já testada e avaliada sua sobrevivência e contribuição para a reabilitação de áreas degradadas pela mineração de carvão; e *M. bimucronata*, que apesar de ser uma espécie nativa e com características que a permite colonizar ambientes degradados, sua alelopátia dificulta a regeneração de outras espécies, podendo alterar negativamente a diversidade específica da área a ser reabilitada.

Ressalta-se que o conhecimento da biologia das espécies, juntamente com o conhecimento acerca dos aspectos físicos, químicos e climáticos da área a ser reabilitada,

podem indicar características prioritárias para a escolha das espécies que trarão êxito para a restauração ecológica de áreas degradadas pela mineração de carvão.

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) pelo financiamento do projeto.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. S. Alguns princípios de sucessão natural aplicados ao processo de recuperação. *In*: ALMEIDA D. S. (Ed.). **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. Ilhéus: Editus, 2016, p. 47-77.

ALMEIDA, L. S. *et al.* Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, v. 15 n. 3, p. 331-342, 2005.

ANDRADE, A. G.; TAVARES, S. R. L.; COUTINHO, H. L. C. Contribuição da serapilheira para recuperação de áreas degradadas e para manutenção da sustentabilidade de sistemas agroecológicos. **Informe agropecuário**, v. 24, n. 220, p. 55-63, 2003.

ASSUMPÇÃO, J.; NASCIMENTO, M. T. Estrutura e composição florística de quatro formações vegetais de restinga no complexo lagunar Grussaí/IQUIPARI, São João da Barra, RJ, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 14, n. 3, p. 301-315, 2000.

BACK, A. J. Caracterização Climática. *In*: MILIOLI, G.; SANTOS, R.; CITADINIZANETTE, V. **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no Sul de Santa Catarina: uma abordagem interdisciplinar**. Curitiba: Juruá. p. 17-33, 2009.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Mata Atlântica: as árvores e a paisagem**. Porto Alegre: Paisagem do Sul, 2004. 396 p.

BAGGIO, A. J. *et al.* Levantamento de espécies lenhosas em sub-bosques de bracatingas. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 30/31, p. 69-74, 1995.

BARBOSA, J. M. *et al.* Efeito do substrato, temperatura e luminosidade na germinação de sementes de quaresmeira. **Brazilian Seed Journal**, v. 10, n. 3, p. 69-77, 1988.

BIANCONI, G. V. *et al.* Use of fruit essential oils to assist forest regeneration by bats. **Restoration Ecology**, v. 20, n. 2, p. 211-217, 2012.

BRASIL. Decreto nº 8.972, de 23 de janeiro de 2017. Institui a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 jan. 2017.

BRITEZ, R. M. *et al.* Deposição estacional de serapilheira e macronutrientes em uma floresta de araucária, São Mateus do Sul, Paraná. **Revista do Instituto Florestal**, v. 4, n. 3, p. 766-772, 1992.

BUDOWSKI, G. Distribution of tropical rainforest species in the light of successional processes. **Turrialba**, v. 14, n. 1, p. 40-42, 1965

CARPANEZZI, A. A. **Banco de sementes e deposição de folhedo e seus nutrientes em povoamento de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) na região metropolitana de Curitiba**. 1997. 177 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 1997.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2003. 1039 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2006. 627 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. v. 3. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2008. 493p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. v. 4. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2010. 644p.

CARVALHO, P.E.R. **Levantamento florístico da região de Irati-PR (Primeira aproximação)**. Curitiba, PR. EMBRAPA/ Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro Sul, 1980. 44 p.

CITADINI-ZANETTE, V. Diagnóstico ambiental da região carbonífera no Sul de Santa Catarina: Recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v. 5, n. 2, p. 51-62, 1999.

CITADINI-ZANETTE, V. *et al.* *Mimosa scabrella* Benth. (Fabaceae) enhances the restoration in coal mining areas in the Atlantic Rainforest. **Cerne**, v. 23, n. 1, p. 103-114, 2017.

CONSEMA. Conselho Estadual do Meio Ambiente. **Resolução CONSEMA no 08**, de 14 de setembro de 2012. Lista oficial de espécies exóticas invasoras no estado de Santa Catarina. Florianópolis: CONSEMA, 2012.

DIAS, E. **Atributos funcionais predizem sobrevivência e regeneração arbórea em diferentes modelos de restauração na floresta estacional semidecidual**. 2014. 163 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

DUFLOTH, J. H. *et al.* **Estudos básicos regionais de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, CD-ROM. 2005.

DURIGAN, G. *et al.* **Sementes e mudas de árvores tropicais**. São Paulo: Páginas & Letras, 1997. 65 p.

FREITAS, J. R. *et al.* Aspectos da ecologia reprodutiva de *Pera glabrata* (Schott) Poepp. Ex Baill. (Euphorbiaceae) em uma área de cerrado no Estado de São Paulo. **Revista Árvore**, v. 35, n. 6, p. 1227-1234, 2011.

GIVNISH, T. J. Adaptive significance of evergreen vs. deciduous leaves: solving the triple paradox. **Silva Fennica**, v. 36, n. 3, p. 703-743, 2002.

GLUFKE, C. **Espécies florestais recomendadas para recuperação de áreas degradadas**. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 1999. 48 p.

HAMRICK, J. L. Response of forest trees to global environmental changes. **Forest Ecology and Management**, v. 197, n. 1-3, p. 323-335, 2004.

HARTER-MARQUES, B.; ENGELS, W. A produção de sementes de *Mimosa scabrella* (Mimosaceae) no Planalto das Araucárias, RS, depende da polinização por abelhas sem ferrão. **Biociências**, n. 11, p.

9-16, 2003.

ICHASO, C. L. F.; GUIMARÃES, E. F. Cletráceas. *In*: REITZ, P. R. (Ed.). **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1975. 19 p.

JACOBI, U. S.; FERREIRA, A. G. Efeitos alelopáticos de *Mimosa bimucronata* (DC) sobre espécies cultivadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 7, p. 935-943, 1991.

KAGEYAMA, P. Y. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. 340 p.

KLAUBERG, K. *et al.* Florística e estrutura de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Planalto Catarinense. **Biotemas**, v. 23, n. 1, p. 35-47, 2010.

KLEIN, A. S. Áreas degradadas pela mineração de carvão no Sul de Santa Catarina: vegetação versus substrato. 2006. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2006.

KLEIN, A. S. *et al.* Regeneração natural em área degradada pela mineração de carvão em Santa Catarina, Brasil. **REM**, v. 62, n. 3, p. 297-304, 2009.

KUHLMANN, M. Adenda alimentar dos bugios. **Silvicultura em São Paulo**, v. 9, p.57-62, 1975.

LONGHI, R. A. **Livro das árvores: árvores e arvoretas do sul**. Porto Alegre: L & PM, 1995. 174 p.

LOPES, S. B.; GONÇALVES, L. **Elementos Para Aplicação Prática das Árvores Nativas do Sul do Brasil na Conservação da Biodiversidade**. Rio Grande do Sul: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 2006. 18 p.

LORENZI, G. **Florística e fitossociologia de uma comunidade vegetal espontânea em áreas degradadas por mineração de carvão a céu aberto, Siderópolis, Santa Catarina, Brasil**. 2013. 38 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas) -Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2013.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**, 1. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1992. 385 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**, 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1998. 352 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**, 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2009. 368 p.

LOURENZO, J. S. **Regeneração natural de uma área minerada de bauxita em Poços de Caldas, Minas Gerais**. 1991. 151 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1991.

MARTINI, R. J. *et al.* Deposição de rejeitos de minério de ferro em reservatórios: uma aplicação do método GPR. **Ambiente e Água**, v. 11, n. 4, p. 878-890, 2016.

MARTINS, J. L. **Avaliação da qualidade térmica do sombreamento natural de algumas espécies arbóreas, em condição de pastagem**. 2001. 86 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) -

UNICAMP, Campinas, 2001.

MARTINS, R. **Florística, estrutura fitossociológica e interações interespecíficas de um remanescente de floresta ombrófila densa como subsídio para a recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão, Siderópolis, SC.** 2005. 101 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

MISSIO, F. F. Atributos funcionais de espécies arbóreas em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lages-SC. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, p. 215-224, 2017.

MONTEIRO, R.; CÉSAR, O. Padrões espaciais em espécies arbóreas na planície litorânea de Picinguaba, Parque Estadual da Serra do Mar, Ubatuba - SP. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 38, n. 2, p. 533-540, 1995.

MORAES, L. F. D. *et al.* **Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 84 p.

NERI, A. V. *et al.* Espécies de Cerrado com potencial para recuperação de áreas degradadas por mineração de ouro, Paracatu-MG. **Revista Árvore**, v. 35, n. 4, p. 907-918, 2011.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia**, v. 34, n. 35, p. 1-525, 1983.

ROBERTSON, A. W. *et al.* Assessing the benefits of frugivory for seed germination: the importance of the deinhibition effect. **Functional Ecology**, n. 20, p. 58-66, 2006.

SALOMÃO, R. P.; SANTANA, A. C.; BRIENZA-JÚNIOR, S. Seleção de espécies da floresta ombrófila densa e indicação da densidade de plantio na restauração florestal de áreas degradadas na Amazônia. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 1, p. 139-151, 2013.

SALVADOR, J. L. G. **Considerações sobre as matas ciliares e a implantação de reflorestamentos mistos nas margens de rios e reservatórios.** São Paulo: CESP, 1987. 29p.

SAMPAIO, M. B.; GUARINO, E. S. G. Efeitos do pastoreio de bovinos na estrutura populacional de plantas em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, p. 1035-1046, 2007.

SANTA CATARINA. Fundação do Meio Ambiente (FATMA). Lista comentada de espécies exóticas invasoras no estado de Santa Catarina: espécies que ameaçam a diversidade biológica. Florianópolis: FATMA, 2016. 88 p.

SANTOS, R. *et al.* Spontaneous vegetation on overburden piles in the coal basin of Santa Catarina, Brasil. **Restoration Ecology**, v. 16, n. 3, p. 444-452, 2008.

SILVA, E. R. *et al.* Phytotoxic effects of extract and essential oil of *Eucalyptus saligna* (Myrtaceae) leaf litter on grassland species. **Australian Journal Botany**, v. 65, p. 172-182, 2017.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A riqueza de espécies arbóreas na floresta atlântica de encosta de São Paulo (Brasil). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, p. 217-223, 1999.

TORRES, R. B. *et al.* Espécies florestais nativas para plantio em áreas de brejo. **O Agrônomo**, v. 44, n. 1-3, p. 13-16, 1992.

TRAVERSE, A. Effect of seed passage through vertebrate frugivores' guts on germination: a review. **Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.**, v. 1/2, p. 151-190, 1998.

TREVELIN, L. C. *et al.* Use of space by frugivorous bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in a restored Atlantic Forest fragment in Brazil. **Forest Ecol. Manag.**, n. 291, p. 136-143, 2013.

TROPPEMAIR, H. Perfil fitoecológico do Estado do Paraná. **Boletim de Geografia Teoretica**, v. 28, n. 1, p. 1-6, 1990.

VILELA, E. A *et al.* Flora arbustivo-arbórea de um fragmento de mata ciliar no Alto Rio Grande, Itutinga, Minas Gerais. **Acta Botânica Brasilica**, v. 9, n. 1, p. 87-100, 1995.

WIKLER, C. **Aspectos bioecológicos de *Eurytoma* sp. causador de galha-do-ramo do araçazeiro, *Psidium cattleianum* Sabine, 1821.** 1995. 76 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

YOUNG, A.; BOYLE, T.; BROWN, T. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. **Trends Ecology Evolution**, v. 11, n. 10, p. 413-418, 1996.



