

Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável 2

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Rafaelly do Nascimento
(Organizadoras)



Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável 2

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Rafaelly do Nascimento
(Organizadoras)



2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
M514	Meio ambiente e desenvolvimento sustentável 2 [recurso eletrônico] / Organizadoras Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco, Juliana Yuri Kawanishi, Rafaelly do Nascimento. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-72477-55-0 DOI 10.22533/at.ed.550191111 1. Desenvolvimento sustentável. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Pacheco, Juliana Thaisa Rodrigues. II. Kawanishi, Juliana Yuri. III. Nascimento, Rafaelly do. IV. Série. CDD 363.7
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A proposta da obra “Meio Ambiente & Desenvolvimento Sustentável” busca expor diferentes conteúdos vinculados à questão ambiental dispostos nos 61 capítulos entre volume I e volume II. O e-book conta com uma variedade de temáticas, mas tem como foco central a questão do meio ambiente.

As discussões sobre a questão ambiental e as novas demandas da sociedade moderna ganham visibilidade e despertam preocupações em várias áreas do conhecimento. Desde a utilização inteligente dos recursos naturais às inovações baseadas no desenvolvimento sustentável, por se tratar de um fenômeno complexo que envolve diversas áreas. Assim a temática do meio ambiente no atual contexto tem passado por transformações decorrentes do intenso processo de urbanização que resultam em problemas socioambientais. Compreende-se que o direito ambiental é um direito de todos, é fundamental para a reflexão sobre o presente e as futuras gerações.

A apresentação do e-book busca agregar os capítulos de acordo com a afinidade dos temas. No volume I os conteúdos centram-se em pesquisas de análise do desenvolvimento, sustentabilidade e meio ambiente sob diferentes perspectivas teóricas. A sustentabilidade como uma perspectiva de desenvolvimento também é abordada no intuito de preservar este meio e minimizar os impactos causados ao meio ambiente devido ao excesso de consumo, motivo das crises ambientais. O desafio para a sociedade contemporânea é pensar em um desenvolvimento atrelado à sustentabilidade.

O volume II aborda temas como ecologia, educação ambiental, biodiversidade e o uso do solo. Compreendendo a educação como uma técnica que faz interface com a questão ambiental, e os direitos ambientais pertinentes ao meio ambiente em suas várias vertentes como aspectos econômicos, culturais e históricos.

Os capítulos apresentados pelos autores e autoras também demonstram a preocupação em compartilhar os conhecimentos e firmam o comprometimento com as pesquisas para trazer melhorias para a sociedade de modo geral, sendo esse o objetivo da obra.

Juliana Thaisa R. Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Rafaelly do Nascimento

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A NECESSIDADE DA GESTÃO COM SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS GUAPIAÇU E MACACU - RJ	
Adacto Benedicto Ottoni Ana Carolina Silva Figueiredo Carina Freitas Martins de Almeida Ítalo Caldas Orlando Marianna de Souza Oliveira Ottoni	
DOI 10.22533/at.ed.5501911111	
CAPÍTULO 2	13
AVALIAÇÃO DE REVESTIMENTOS COMERCIAIS CERÂMICOS ATIVOS NA DEGRADAÇÃO DE BENZENO PARA CONTROLE DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA INTERNA DE EDIFÍCIOS	
Ricardo Crepaldi Guilherme Miola Titato Fernando Mauro Lanças Eduvaldo Paulo Sichieri Marcelo Telascrêa Marcia Rodrigues de Moraes Chaves	
DOI 10.22533/at.ed.5501911112	
CAPÍTULO 3	25
PERFIL DE SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO APÍCOLA NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA DO PARÁ	
Antonio Sérgio Silva de Carvalho Alexandro Melo de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.5501911113	
CAPÍTULO 4	33
PRODUÇÃO DE PUFF COM GARRAFA PET	
Pâmela Cabbia de Oliveira Walter Yukio Ida	
DOI 10.22533/at.ed.5501911114	
CAPÍTULO 5	38
PASSIVOS AMBIENTAIS EM ÁREAS DE ASSENTAMENTOS RURAIS: O CASO DO ASSENTAMENTO ENGENHO UBÚ, GOIANA – PE	
José Fernandes dos Santos Filho Christianne Torres de Paiva José Paulo Feitosa de Oliveira Gonzaga	
DOI 10.22533/at.ed.5501911115	
CAPÍTULO 6	49
OUTORGA DOS DIREITOS DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS: INSTRUMENTO PARA O GERENCIAMENTO AMBIENTAL DAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ	
Alzira Maria Ribeiro dos Reis Gilmar Wanzeller Siqueira	

Teresa Cristina Cardoso Alvares
Maria da Conceição Gonçalves Ferreira
Rafaela Reis da Costa
Jessyca Camilly Silva de Deus
Adnilson Igor Martins da Silva
Alda Lucia da Costa Camelo

DOI 10.22533/at.ed.5501911116

CAPÍTULO 7 62

A TEORIA DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA: DO PLANEJAMENTO À EXECUÇÃO
Schirley Costalonga

DOI 10.22533/at.ed.5501911117

CAPÍTULO 8 74

ASPECTOS ECOLÓGICOS DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL
Schirley Costalonga

DOI 10.22533/at.ed.5501911118

CAPÍTULO 9 87

CRIAÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS URBANOS NA CIDADE DE
PETROLINA

Uldérico Rios Oliveira
Ivan André Alvarez

DOI 10.22533/at.ed.5501911119

CAPÍTULO 10 100

IMPACTOS DO TROTE ECOLÓGICO IMPLANTADO NO CAMPUS UNIVERSITÁRIO
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, ENTRE 1990 A 1997: MEMÓRIA E
PERCEPÇÃO DE UM LEGADO

Maria da Conceição Gonçalves Ferreira
Gilmar Wanzeller Siqueira
Noemi Vianna Martins Leão
Teresa Cristina Cardoso Alvares
Alzira Maria Ribeiro dos Reis
Camila Ferreira dos Santos
Milena de Lima Wanzeller
Maria Alice do Socorro Lima Siqueira

DOI 10.22533/at.ed.5501911110

CAPÍTULO 11 113

REDE DE ECONOMIA SOLIDÁRIA: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO NA BIBLIOTECA
DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES (BDTD)

Ted Dal Coletto
Marcos Ricardo Rosa Georges

DOI 10.22533/at.ed.5501911111

CAPÍTULO 12 121

AMBIENTE DISCURSIVO EM UMA MÍDIA INFANTIL

Raiana Cunha de Figueiredo
Caroline Barroncas de Oliveira
Mônica de Oliveira Costa

DOI 10.22533/at.ed.5501911112

CAPÍTULO 13	134
EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA A MELHORIA CONTÍNUA DO PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL DA COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO	
Rosana Maria Vieira Cayres Mauro Silva Ruiz Simone Aquino	
DOI 10.22533/at.ed.55019111113	
CAPÍTULO 14	149
EDUCAÇÃO DO CAMPO E SUSTENTABILIDADE: UMA EXPERIÊNCIA DO PRONERA	
Rodrigo Simão Camacho	
DOI 10.22533/at.ed.55019111114	
CAPÍTULO 15	163
PERCEPÇÃO DE SOLOS: EXPERIÊNCIA COM ESTUDANTES DO 6º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL EM ESCOLA DA REDE PÚBLICA DE URUTAÍ – GO	
Ranyella de Oliveira Aguiar Alessandra Vieira da Silva Dalcimar Regina Batista Wengen Jamerson Fábio Silva Filho Mara Lúcia Cruz de Souza Letícia Rodrigues da Silva Lara Gonçalves de Souza Renata de Oliveira Dourado Jaberson Basilio de Melo Maria Carolina Teixeira Silva	
DOI 10.22533/at.ed.55019111115	
CAPÍTULO 16	175
BIODIVERSIDADE DE RIZOBACTÉRIAS EM <i>Schizolobium parahyba var. amazonicum</i> (HUBER EX DUCKE) BARNEBY COM POTECIAL BIOPROMOTOR	
Aline Chaves Alves Monyck Jeane dos Santos Lopes Ricardo Abraham Leite Oliva Ely Simone Cajueiro Gurgel	
DOI 10.22533/at.ed.55019111116	
CAPÍTULO 17	184
BIOMASSA MICROBIANA COMO INDICADOR DE QUALIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS	
Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto Sandra de Santana Lima Marcos Gervasio Pereira Melania Merlo Ziviani Shirlei Almeida Assunção Celeste Queiroz Rossi Cristiane Figueira da Silva Otavio Augusto Queiroz dos Santos Nivaldo Schultz	
DOI 10.22533/at.ed.55019111117	

CAPÍTULO 18 196

GOIABEIRAS COMUNS CONTRIBUEM PARA EXPANSÃO DA ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DE *Bactrocera carambolae* NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Maria do Socorro Miranda de Sousa
Jonh Carlo Reis dos Santos
Cristiane Ramos de Jesus
Gilberto Ken-Iti Yokomizo
Ezequiel da Glória de Deus
José Francisco Pereira
Ricardo Adaime

DOI 10.22533/at.ed.55019111118

CAPÍTULO 19 207

MOSCAS-DAS-FRUTAS (*Diptera: Tephritidae*) OBTIDAS DE FRUTOS COMERCIALIZADOS NO MERCADO VER-O-PESO, EM BELÉM, PARÁ, BRASIL

Clara Angélica Corrêa Brandão
Maria do Socorro Miranda de Sousa
Carlos José Trindade Azevedo
Álvaro Remígio Ayres
Regina Lucia Sugayama
Ricardo Adaime

DOI 10.22533/at.ed.55019111119

CAPÍTULO 20 218

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE *Plectranthus barbatus* ANDREWS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Lactuca sativa* L. E DE *Bidens pilosa* L.

Luiz Augusto Salles das Neves
Kelen Haygert Lencina
Raquel Stefanello

DOI 10.22533/at.ed.55019111120

CAPÍTULO 21 227

POTENCIAL DA BIODIVERSIDADE MICROBIANA DE *Copaifera langsdorffii* DESF

Ricardo Abraham Leite Oliva
Monyck Jeane dos Santos Lopes
Aline Chaves Alves
João Paulo Morais da Silva
Ely Simone Cajueiro Gurgel

DOI 10.22533/at.ed.55019111121

CAPÍTULO 22 236

POTENCIAL DA BIOMASSA DA BANANA COMO AGENTE MITIGATIVO DE IMPACTO AMBIENTAL

Diuly Bortoluzzi Falcone
Ana Carolina Kohlrausch Klinger
Guilherme Basso
Geni Salete Pinto de Toledo
Leila Picolli da Silva

DOI 10.22533/at.ed.55019111122

CAPÍTULO 23	242
SECAGEM SOLAR DE CASCA DE MARACUJÁ: UMA ALTERNATIVA AMBIENTAL E ECONOMICAMENTE VIÁVEL	
Sinthya Kelly Queiroz Morais Álvaro Gustavo Ferreira Da Silva Dauany De Sousa Oliveira Fabricio Alves De Morais Raissa Cristina Leandro Vítor Jocielys Jovelino Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.55019111123	
CAPÍTULO 24	251
TÉCNICA PARA ESTUDO DOS EFEITOS DE CLASSES TEXTURAIS DE SOLO E DE NÍVEIS DE UMIDADE SOBRE A PROFUNDIDADE DE PUPAÇÃO E VIABILIDADE PUPAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS	
Eric Joel Ferreira do Amaral Adriana Bariani Maria do Socorro Miranda de Sousa Ricardo Adaime da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.55019111124	
CAPÍTULO 25	258
CU, ZN E MN NA ÁGUA E NO SOLO EM ÁREAS COM INTENSA ATIVIDADE SUINÍCOLA NO SUDESTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA	
Eliana Aparecida Cadoná Guilherme Wilbert Ferreira Marcos Leandro dos Santos Claudio Roberto Fonseca Sousa Soares Eduardo Lorenzi de Souza Cledimar Rogério Lourenzi	
DOI 10.22533/at.ed.55019111125	
CAPÍTULO 26	271
ESTUDO DE CARVÃO ATIVADO ALTERNATIVO PARA REMEDIAÇÃO COM SOLOS CONTAMINADOS COM FIPRONIL	
Rafaela Lopes Rodrigues Rafael Augusto Valentim da Cruz Magdalena André Augusto Gutierrez Fernandes Beati Luciane de Souza Oliveira Valentim Robson da Silva Rocha Chaiene Nataly Dias	
DOI 10.22533/at.ed.55019111126	
CAPÍTULO 27	276
ESTUDO DAS CONDICIONANTES AMBIENTAIS DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ	
Maria Lúcia Henriques Gomes Gilmar Wanzeller Siqueira Teresa Cristina Cardoso Alvares Maria Ivete Rissino Prestes Milena de Lima Wanzeller Maria Alice do Socorro Lima Siqueira	

Diego Figueiredo Teixeira

Jorge Emílio Henriques Gomes

DOI 10.22533/at.ed.55019111127

CAPÍTULO 28 290

REUTILIZAÇÃO DE AREIA DESCARTADA DE FUNDIÇÃO NA PRODUÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL

Sueli Tavares de Melo Souza

Natalia Cristina Martini

Tatiana Vettori Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.55019111128

CAPÍTULO 29 300

DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EM ÁGUAS NATURAIS DOS RIOS SERGIPE E COTINGUIBA POR ICP OES

Jéssica Kalliny Pereira dos Santos

Kayc Araujo Trindade

Nívia Raquel Oliveira Alencar

Erwin Henrique Menezes Schneider

Iasmine Louise de Almeida Dantas

Geisa Grazielle Coqueiro Rocha Pimentel

Hannah Uruga Oliveira

Silvânio Silvério Lopes da Costa

Adnivia Santos Costa Monteiro

DOI 10.22533/at.ed.55019111129

CAPÍTULO 30 315

DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL – UM ESTUDO DE CASO EM CAÇAMBAS ESTACIONÁRIAS NO MUNICÍPIO DE TOLEDO/PR

Hildner de Lima

Adriana da Silva Tronco Johann

Daliana Hisako Uemura Lima

Décio Lopes Cardoso

Dirceu Baumgartner

DOI 10.22533/at.ed.55019111130

CAPÍTULO 31 329

ANÁLISE DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS PRODUZIDOS POR LABORATÓRIOS DE PESQUISA E ENSINO DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ICB) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ (UFPA)

Teresa Cristina Cardoso Alvares

Gilmar Wanzeller Siqueira

Maria da Conceição Gonçalves Ferreira

Alzira Maria Ribeiro dos Reis

Maria Ivete Rissino Prestes

Murilo Augusto Alvares Batista

Milena de Lima Wanzeller

Maria Alice do Socorro Lima Siqueira

André Monteiro Pinto

DOI 10.22533/at.ed.55019111131

SOBRE AS ORGANIZADORAS..... 343

ÍNDICE REMISSIVO 344

ASPECTOS ECOLÓGICOS DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL

Schirley Costalonga

Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos
Hídricos
Cariacica – Espírito Santo

RESUMO: As ações antrópicas podem causar modificações severas nos ecossistemas, impactando sua estrutura e composição biológica e impedindo sua autorrecuperação. Nesse contexto, o restaurador deverá ter conhecimento acerca das bases ecológicas vigentes em um ecossistema equilibrado e aplica-las no projeto de restauração a fim de ter sucesso no restabelecimento dos mecanismos ecológicos responsáveis pela autorregulação intrínseca dos ecossistemas; ademais, a comparação com fragmentos florestais saudáveis permite corrigir a trajetória da restauração rapidamente.

PALAVRAS-CHAVE: Atributos de ecossistemas. Sucessão ecológica. Filtros ambientais. Ecologia da restauração.

ECOLOGICAL ASPECTS OF FOREST RESTORATION

ABSTRACT: The human actions can affect the structure and biological composition of ecosystems, preventing their recover by themselves. In this context, the restoration

professional should have knowledge about the ecological bases in force in a balanced ecosystem and apply them in the restoration project to be successful in restoring the ecological mechanisms responsible for intrinsic ecosystems self-regulation; moreover, it is essential to compare the progress of recovery with a healthy forest fragment to correct the restoration path quickly.

KEYWORDS: Ecosystem's attributes. Ecological succession. Environmental filters. Ecological restoration.

1 | INTRODUÇÃO

O uso indiscriminado dos recursos naturais afeta irremediavelmente a estrutura das comunidades biológicas, impedindo sua autorrecuperação.

Na busca pelo desenvolvimento sustentável, a restauração ambiental tem ganhado destaque, porém, poucos são os projetos bem-sucedidos, uma vez que, em sua maioria, não consideram os princípios ecológicos responsáveis pela manutenção de florestas preservadas. Diante disto, esse trabalho faz uma revisão sobre o surgimento da ecologia da restauração como ciência, suas bases ecológicas e os atributos necessários para que um ecossistema seja considerado

restaurado.

2 | O DESENVOLVIMENTO DA ECOLOGIA DA RESTAURAÇÃO

As primeiras intervenções humanas com a finalidade de incrementar a proteção dos recursos naturais e restabelecer as funções ecológicas de ambientes degradados eram puramente empíricas e sem qualquer fundamentação científica (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

No Brasil, a primeira iniciativa de recuperação ambiental ocorreu em 1844, com a atuação da polícia imperial no combate ao desmatamento de áreas montanhosas e culminou com o Decreto Imperial nº 577, que deu início ao reflorestamento da Floresta da Tijuca, em 1862 (CECCON, 2013; BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Em 1920, ocorreram estudos sobre a revegetação de áreas degradadas pela mineração; quatorze anos depois, Aldo Leopold lançou a “Declaração ética da terra”, incluindo no conceito de conservação a restauração de comunidades ‘por meio da educação da população (CECCON, 2013).

A primeira definição de restauração, cunhada em 1980 por Brad Shaw e Chadwick, englobava toda e qualquer atividade que levasse à melhoria nas condições de áreas degradadas (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015); formavam-se, portanto, as bases científicas do que seria conhecida como a ciência da Ecologia da Restauração, tendo sido publicado o livro *Restoration Ecology* (MARTINS, 2015).

A Society for Ecological Restoration (SER) foi criada em 1988 e ampliou as discussões sobre restauração ecológica, resultando, em 1990, em sua primeira definição: “processo de alterar intencionalmente uma área para estabelecer um ecossistema histórico nativo” (CECCON, 2013; BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

A partir daí diversas foram as alterações ocorridas tentando aprimorar essa definição; em 1993, Aronson e colaboradores dividiram o conceito em *strictu sensu* (definição dada pela SER em 1990) e *latu sensu* (simplesmente deter a degradação e redirecionar o local à uma trajetória semelhante àquela anterior ao dano) (CECCON, 2013).

Em 1994, a restauração foi redefinida como “processo de reparar o dano causado pelo homem à diversidade e dinâmica de ecossistemas nativos” (SER, apud BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015); porém, apenas um ano depois, a SER modificou o conceito adotado, passando a vigorar como “o processo de renovar e manter a saúde dos ecossistemas “. Nesse mesmo ano, a sucessão ecológica passou a ser vista como uma etapa da restauração (MEFFE; CARROL, apud CECCON, 2013).

Em 1999 aconteceu no Brasil, o I Simpósio sobre restauração ecológica de ecossistemas naturais (MARTINS, 2015).

Jackson, Lopukine e Hillyard disseram, em 2003, que a restauração ecológica era composta por 4 componentes (ecológico, social, cultural e econômico), levando - assim – à criação de uma definição holística proposta por Engel e Parrrota, sendo a restauração ecológica a ciência, prática e arte de assistir e manejar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, incluindo o nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e funcionamento dos processos ecológicos, considerando-se seus valores ecológicos, econômicos e sociais (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Diante deste panorama, a SER adotou, em 2004, nova definição para restauração ecológica, vigente até os dias atuais: processo de assistência na recomposição de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído (CECCON, 2013; BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Segundo Clewell e Aronson (2007, apud BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015), a restauração ecológica é,

(...) sob o ponto de vista ecológico, uma atividade intencional que inicia ou acelera a recuperação do ecossistema com relação à sua composição de espécies, estrutura de comunidade, função ecológica, adequabilidade do ambiente físico para dar suporte a biota e conectividade com a paisagem circundante. Sob o ponto de vista socioeconômico, o restabelecimento de fluxos de bens e serviços naturais (...) que os ecossistemas provêm à sociedade. Sob o ponto de vista dos valores pessoais e culturais, representa a renovação de nosso relacionamento com a natureza (...).

O processo de restauração no Brasil passou por diversas fases (RODRIGUES; BRANCALION; ISEMHAGEN, 2009):

- Fase 1 – Baseada no plantio aleatório e sem critérios ecológicos de espécies climáticas (final da sucessão), levando à introdução das principais espécies invasoras presentes no Brasil hoje;
- Fase 2 – A sucessão ecológica passou a nortear o plantio de árvores nativas, priorizando aquelas de crescimento rápido; entretanto, as espécies não pertenciam necessariamente à mesma fitofisionomia;
- Fase 3 – Restauração baseada na sucessão determinística, a fim de reproduzir na área em restauração uma floresta definida como modelo;
- Fase 4 – O modelo de floresta madura é abandonado e o foco é direcionado para a restauração dos processos ecológicos responsáveis pela reconstrução de uma floresta (fase atual);
- Fase 5 – Incorporação do conceito de diversidade genética na restauração ecológica;
- Fase 6 – Inserção de outras formas de vida no processo;
- Fase 7 – Adota-se o conceito de grupos funcionais;

- Fase 8 – A restauração ecológica passa a ser vista por uma óptica ecossistêmica, abrangendo todos os aspectos de um ecossistema equilibrado (incluindo suas funções biogeoquímicas) - fase futura.

3 | PRINCÍPIOS ECOLÓGICOS QUE NORTEIAM A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Por serem dinâmicos, a composição e abundância de espécies em um ecossistema dependem diretamente de uma série de processos ecológicos, como polinização, dispersão e germinação de sementes e o estabelecimento de plântulas (CLEWEL; ARONSON, 2013). A ciência base da restauração ecossistêmica é denominada Ecologia da Restauração, definida pela SER como

O processo de alterar intencionalmente um local para restabelecer um ecossistema que ocupava aquele local originalmente. O objetivo deste processo é copiar a estrutura, o funcionamento, a diversidade e a dinâmica de ecossistemas específicos” (RODRIGUES, 2001).

O principal interesse na restauração biológica é criar as condições ambientais adequadas que permitam a reintrodução das comunidades de fauna e, principalmente de flora (RODRIGUES, 2013), uma vez que esta constitui a base das cadeias tróficas (os produtores primários).

(...) a reconstrução da comunidade vegetal é condição fundamental para a restauração. Muitos animais dependem das plantas de maneira diária e constante para sua alimentação enquanto as plantas dependem dos animais de maneira mais casual para sua reprodução e nutrição; por isso, geralmente, a restauração da comunidade vegetal precede a animal. (RODRIGUES, 2013).

De modo geral, o estabelecimento de uma floresta dependerá do recrutamento de indivíduos da comunidade vegetal, ou seja,

(...) as sementes dispersas ou semeadas terão que germinar e dar origem a plântulas, ao passo que parte das sementes dispersas irá morrer; as plântulas, após emergirem, devem conseguir se estabelecer (...). Chama-se, então, de recrutamento o número de indivíduos que consegue passar de uma fase do ciclo de vida para outra em um dado intervalo de tempo. Para serem recrutados, os indivíduos (...) têm que sobreviver, crescer e se desenvolver, podendo então passar pelas fases de jovens ou de juvenil, depois de adulto jovem e mais tarde de adulto reprodutivo; no entanto, a efetiva formação e manutenção de uma população local (...) apenas ocorrerá quando os indivíduos (...) atingirem a fase reprodutiva e forem capazes de se reproduzir e formar frutos e sementes que, ao se espalharem pela floresta, germinarão e formarão novos indivíduos, que por sua vez reinicia o ciclo de vida da espécie na área. (CLEWEL; ARONSON, 2013).

Segundo Ceccon (2013), a restauração de um ecossistema requer uma vasta informação ecológica, visto que a interação entre os diferentes organismos que o compõe (como a relação planta-polinizador) determina como eles superarão as

perturbações existentes no ambiente; destarte, é imprescindível compreender como essas interações contribuem para a regeneração natural de locais impactados e quais os fatores limitantes ao processo.

Portanto, a dinâmica de um ecossistema é o resultado de mecanismos ecológicos que permitem sua autorregulação e reação às mudanças que, porventura, possam afetá-lo (CECCON, 2013). Esses mecanismos são:

3.1 Modelo de estados alternativos

Segundo este modelo, há diferentes combinações ao acaso para estados do ecossistema frente às condições ambientais ou distúrbios e estas combinações são intercambiáveis no tempo e espaço.

Assim, a influência exercida pelos distúrbios sobre a vegetação permite que ocorram diversas condições climáticas em um mesmo ambiente, haja vista a imprevisibilidade das trajetórias sucessionais (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

3.2 Modelo de estado e transição

De acordo com Ceccon (2013), este modelo “(...) tenta explicar desde os conceitos da não-linearidade às relações temporais existentes entre estados sucessionais de comunidades vegetais, onde as transições entre estados podem ser transitórias ou persistente e sua dinâmica é fortemente suscetível a perturbações naturais ou práticas de manejo”.

Dessa forma o habitat que é recriado nunca será exatamente idêntico ao anterior, assim como a chegada de novas espécies na comunidade não será igual, nem os distúrbios (naturais ou antrópicos) serão iguais e em mesma sequência temporal e tampouco a comunidade local se autorregulará, fatos que produzem uma reconstrução natural sem cópia. (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

3.3 Teoria do acoplamento ou montagem de ecossistemas

Explica como sítios com condições ambientais semelhantes podem apresentar comunidades distintas. Segundo esta teoria, a formação da comunidade biológica é o resultado de flutuações ao acaso de um grupo comum de espécies e seus requerimentos a nível de nicho. “Assim, quando todas as espécies são ecologicamente equivalentes, a variação ao acaso na colonização, migração e taxa de extinção entre as espécies conduzirá a diferentes composições entre esses sítios” (CECCON, 2013).

De acordo com Rodrigues (2013), “as diferenças na composição de espécies de locais semelhantes se devem a diferentes ordens de chegada das espécies”, propiciando distintas oportunidades em diferentes momentos, conforme o momento em que elas se estabelecem.

Deste modo, uma sequência de montagem que inclua uma determinada espécie desde o início se desenrola de forma muito diversa daquelas que não incluem tal espécie. Como as sequências de imigração têm muito de acaso, (...) o equilíbrio que a comunidade encontra deveria igualmente ser ao acaso. (RODRIGUES, 2013).

A montagem de ecossistemas se baseia em três mecanismos ecológicos (RODRIGUES, 2013):

- 1 - Competição entre duas espécies, conferindo vantagem àquela que chega primeiro; portanto, a ordem de introdução é fundamental para a restauração;
- 2 - Presença de espécies-chave, cujo papel único no ecossistema interfere tanto na composição de espécies, como no meio abiótico;
- 3 - Quantidade de tentativas de imigração em uma comunidade, influenciando a composição de espécies de um local, destacando a importância do contexto da paisagem.

De modo geral, funciona como uma sucessão secundária, visto que,

Apesar da quantidade de espécies e de suas múltiplas combinações possíveis de chegada sugerirem infinitas possibilidades de montagem, ecossistemas costumam montar-se de formas típicas em determinados momentos e locais, porque, sendo constante o conjunto de espécies, serão também as estratégias de dispersão e aquelas que condicionam uma chegada precoce ou tardia na área degradada. (RODRIGUES, 2013).

Distúrbios ambientais fazem parte do processo de montagem de ecossistemas; níveis intermediários de distúrbios, insuficientes para impedir o estabelecimento de espécies, podem propiciar altos índices de diversidade por proporcionar oportunidade para as mais adaptadas (RODRIGUES, 2013).

3.4 Ontogenia

Refere-se ao estudo de como as relações ecológicas mudam ao longo da vida de um indivíduo, tendo em vista que seus diferentes estágios de vida requerem condições ambientais distintas (CECCON, 2013).

3.5 Sucessão ecológica

Definida como o processo ecológico no qual as comunidades vegetais se sucedem em um local graças às mudanças graduais e progressivas no ambiente (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015; MARTINS, 2015), a sucessão ecológica foi descrita no século XVII, mas só ganhou notoriedade em 1916 com os estudos de Clements (RODRIGUES, 2013;), sendo considerada, atualmente, a teoria mais utilizada na restauração.

Pode ser classificada em primária (quando ocorre em local onde o substrato nunca foi colonizado e a vegetação se estabelece pela primeira vez) e secundária

(ocorre em local onde a vegetação pré-existente foi eliminada) (BRANCALION, GANDOLFI E RODRIGUES, 2015; MARTINS, 2015).

De modo geral, as três premissas que norteiam o processo sucessional são:

- 1 – A disponibilidade diferencial de sítios abertos e condições favoráveis para que as plantas cresçam;
- 2 - A disponibilidade diferencial das espécies, ou seja, o fornecimento contínuo de espécies vegetais para que umas possam substituir as outras, permitindo mudanças;
- 3 - A necessidade de que as espécies presentes e ingressantes apresentem diferentes comportamentos e exigências ecológicas, para que também umas possam substituir as outras ao longo do tempo. (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Ao longo do processo sucessional de uma floresta, ocorrem alterações consideráveis em seu desenvolvimento estrutural, ocasionando aumento de nutrientes e biomassa, devido às diferenças significativas na produção de serapilheira (RODRIGUES, 2013; MARTINS, 2015); por sua vez, a composição e riqueza de espécies também se modifica, seja por exclusão competitiva, seja por aumento na complexidade estrutural da comunidade vegetal, o que, em um efeito dominó, culmina em mudanças no habitat, redução na intensidade luminosa, incremento de biomassa e disponibilidade de nutrientes do solo, propiciando condições para que uma nova comunidade vegetal possa suceder a anterior (MARTINS, 2015). Assim, influência dos distúrbios na sucessão de comunidades vegetais (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Nesse contexto, as mudanças ocorridas também influenciam a dinâmica da fauna associada à vegetação, já que as espécies vegetais características de estágios sucessionais avançados de florestas tropicais apresentam a polinização e a dispersão de sementes realizadas pela interação com os animais. (MARTINS, 2015).

Diante disso e tendo em vista que as características físicas dos sistemas biológicos regem o fluxo de matéria e energia em ecossistemas, é fundamental para o processo de restauração que se considere a capacidade das espécies biológicas de alterar os atributos físicos de um ambiente (RODRIGUES, 2013).

A substituição de espécies ao longo da sucessão pode ocorrer conforme os seguintes mecanismos (RODRIGUES, 2013; BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015; MARTINS, 2015):

1. Modelo de facilitação: parte do princípio que a primeira colonização após um distúrbio só pode ser feita por espécies pioneiras capazes de suportarem as condições desfavoráveis, tornando o ambiente apto para o estabelecimento de espécies com maior exigência ambiental. Assim, o estabelecimento de espécies características de fases mais tardias do processo sucessional depende diretamente daquelas ditas iniciais.

2. Modelo de inibição: os primeiros colonizadores se mantêm na área impedindo a entrada das espécies mais tardias até que haja uma nova perturbação para reiniciar o sistema.
3. Modelo de tolerância ou hipótese nula: a chegada dos primeiros colonizadores não influencia a chegada de espécies tardias.
4. Teoria de nicho: pressupõe que o sucesso na colonização de determinado local é determinado pela amplitude e sobreposição de nichos; a diferenciação de nicho permite que as espécies coexistam e evitem forte concorrência.
5. Teoria neutra unificada da biodiversidade e biogeografia: Contrária a teoria de nicho e prediz que a estrutura das comunidades é determinada por restrições na dispersão dos indivíduos, gerando uma alta correlação espacial da composição de espécies; destarte, as espécies seriam simpátricas e equivalentes troficamente (nichos ecológicos semelhantes), competindo por recursos iguais ou similares.
6. Teoria da redundância funcional: a extinção de espécies não provoca efeito no funcionamento do ecossistema, contanto que cada grupo funcional esteja representado minimamente por uma espécie.

Algumas vezes, pode ocorrer um desvio nas rotas naturais do processo sucessional em ecossistemas degradados, culminando na chamada sucessão suspensa.

Quando ocorre esse fenômeno, as entradas naturais aos ecossistemas já não são capazes de responder às perdas de matéria orgânica no solo, nutrientes, biomassa, fontes de propágulos, entre outros, sendo necessário, portanto, a intervenção humana para estabilizar e reverter os processos de degradação por meio da aceleração e do direcionamento da seleção natural. (CECCON, 2013).

De acordo com Tonhasca-Junior (2005, apud MARTINS 2015), o processo de sucessão em florestas tropicais tem forte relação com a teoria de plantas estrategistas *r* e *k*.

Plantas *r*-estrategistas investem em rápido crescimento, propágulos menores, elevadas taxas reprodutivas e pouca longevidade e, por isso, são mais adaptadas a ambientes de forte instabilidade. Plantas *k*-estrategistas [por sua vez] apresentam maior atividade, propágulos maiores, crescimento lento, melhor investimento reprodutivo e, por isso, são mais dependentes de ambientes estáveis. Assim, a colonização (...) se daria, primeiramente, pelas espécies pioneiras *r*-estrategistas, que possuem importante papel no sombreamento do solo e na melhoria das condições edáficas, passando, a posteriori, para a predominância respectivamente de espécies secundárias iniciais e tardias (*k* estrategistas).

3.6 Filtros ambientais

Segundo Rodrigues (2013), consistem no “conjunto de fatores [ou distúrbios] que impedem que os indivíduos passem à próxima fase”, exercendo influência diferenciada

conforme o estágio de seus ciclos de vida; para o autor, os filtros ambientais não são sequenciais e não interagem uns com os outros e as espécies que os superam e conseguem se estabelecer irão influenciar sua natureza, passando, então, a filtrar outras espécies (ex.: competição interespecífica).

No início do processo sucessional, o primeiro filtro a ser superado pelas espécies a fim de se estabelecerem em um novo local consiste nas características físicas do ambiente; superada esta barreira, outros filtros abióticos passam a ter influência e são fundamentais para a sustentabilidade de um ecossistema; nas etapas mais tardias da sucessão, onde a densidade e biomassa estão maiores, os filtros bióticos se tornam determinantes (RODRIGUES, 2013). De modo geral, quando os filtros sofrem modificações abruptas a ponto de alterar sua ocorrência natural, a capacidade de reação das comunidades é drasticamente reduzida, comprometendo a estabilidade dos ecossistemas, levando-o ao colapso (Ceccon, 2013).

Ao contrário, quando as modificações são lentas, facilitam a adaptação e o estabelecimento das espécies, além de elevar a sustentabilidade do ecossistema em questão (RODRIGUES, 2013).

Dentre os filtros ambientais, a interação entre a disponibilidade de matéria orgânica e radiação luminosa incidente exerce importante papel na sustentabilidade dos ecossistemas, tendo em vista que o material vegetal senescente (folhas, ramos e flores) se soma aos detritos animais e, durante sua decomposição, obstrui a quantidade de radiação solar que atinge o solo (RODRIGUES, 2013).

Em ecossistemas terrestres, a limitação da radiação solar direta no solo é quase sempre uma etapa importante da restauração, pois além de reduzir a evapotranspiração e com ela o estresse hídrico das plantas, também permite que pequenas raízes explorem melhor a fértil superfície do solo, o que é ainda mais importante para plantas menores, que ainda estão estabelecendo-se.

Em ecossistemas aquáticos esta matéria orgânica consome oxigênio do meio quando se decompõe, dificultando sua restauração. (RODRIGUES, 2013).

A composição dos filtros ambientais em um ecossistema é regida por dois mecanismos: competição e facilitação.

Facilitação é uma das forças mais poderosas da estruturação de comunidades vegetais e está sendo considerada como o mecanismo ecológico a ser usado como ferramenta de restauração (...). Os mecanismos de facilitação mais frequentemente lembrados são a atração de polinizadores, o impacto de arbustos na capacidade de compartilhar recursos por meio de redes de micorrizas e o efeito de planta focal, o que significa o auxílio e proteção de plântulas de espécies por indivíduos maduros de outra espécie.

(...)

Facilitação e competição não são mecanismos excludentes, afinal, por mais que duas plantas próximas melhorem o ambiente uma da outra, sempre estarão competindo em alguma medida (...). (RODRIGUES, 2013).

Em termos de condução da restauração em ecossistemas degradados, é preciso

considerar os diferentes papéis exercidos por esses mecanismos: em ambientes com degradações severas, a facilitação interespecífica assume maior relevância; por sua vez, em ambientes onde a melhoria dos processos ecológicos se deva à competição, a resposta máxima poderia ser atingida com combinações particulares de espécies mesmo em baixas densidades (RODRIGUES, 2013).

4 | CLASSIFICAÇÃO DE FRAGMENTOS FLORESTAIS DEGRADADOS E CARACTERÍSTICAS DE UM ECOSISTEMA DE REFERENCIA

Tendo em vista que o objetivo final da restauração ecológica é o restabelecimento, no local degradado, de condições ambientais similares a um ambiente preservado, a escolha adequada do ecossistema que servirá de referência para o planejamento e monitoramento do projeto é premissa fundamental para o sucesso da restauração e sua escolha deve ser baseada na expressão bem desenvolvida de sua biodiversidade.

Apesar da restauração almejar o estabelecimento de atributos semelhantes ao local adotado como referencial, sempre haverá diferenças.

Portanto, em uma floresta naturalmente restaurada, pode-se ou não encontrar as mesmas espécies que ocorrem na referência ou que ocorriam antes da degradação e, mesmo que se encontrem as mesmas espécies, os indivíduos que agora as representam não são os mesmos de antes, não têm exatamente o mesmo tamanho, a mesma forma de copa, etc. (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Mesmo em um estado climácico, os ecossistemas são submetidos às variações naturais de composição e funcionamento, graças aos filtros que os constituem; destarte, recomenda-se que a referência para o projeto de restauração seja composta por um conjunto de fragmentos florestais com diferentes tamanhos e formatos, mas de mesma fitofisionomia do local a ser recuperado (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015). Segundo os autores,

Os fragmentos remanescentes ocorrentes na paisagem regional em diferentes posições do relevo e nível de degradação representam estados alternativos resultantes dos diferentes fatores de distúrbios aos quais os ecossistemas naturais foram submetidos historicamente (...). Dessa forma, esses fragmentos fornecem informações valiosíssimas para restauração, pois apontam os principais grupos de espécies em cada situação ambiental em que esses fragmentos estão presentes, que podem superar os filtros ecológicos resultantes dos diferentes fatores de distúrbio. Quanto maior for o número de fragmentos florestais amostrados como referência (...), maiores serão as chances de amostrar os possíveis estados alternativos que a área em restauração pode atingir no futuro. Haverá, portanto, maior base de conhecimento para planejar corretamente as ações e o conjunto de espécies a serem utilizadas no processo, bem como para monitorar no tempo a restauração dos processos ecológicos formadores e mantenedores de florestas tropicais.

Considerando os pressupostos acima,

Acredita-se que o ecossistema de referência maduro seja melhor referência como meta final de um processo de restauração ecológica, uma vez que (...) apresentarão mais espécies (...) e terão maiores interações entre essas espécies, além dos ecossistemas ali presentes serem mais complexos, tanto em termos estruturais como de funcionamento. Contudo, remanescentes intermediários também são bons candidatos a serem ecossistemas de referência. (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Segundo White e Walker (1997, apud CLEWELL; ARONSON, 2013), o ecossistema adotado como referência podem ser:

1. Mesmo lugar, mesmo período – o ecossistema a ser restaurado pode servir como referência, haja vista seu baixo nível de degradação, permitindo a preservação de características representativas de seu estado anterior;
2. Diferente lugar, mesmo período – adota-se como referência um refúgio, indicando que uma parte do ecossistema permanece intacto;
3. Mesmo lugar, diferente período – há informações sobre a história natural do local antes da degradação; e
4. Diferente lugar, diferente período – Não há informação disponível sobre o estado anterior à degradação, mas há informações sobre ecossistemas similares e próximos.

4.1 Atributos de ecossistemas restaurados

De acordo com a Society for Ecological Restoration (SER, 2004), um ecossistema verdadeiramente restaurado é autossuficiente em termos de recursos bióticos, além de apresentar resiliência frente às perturbações; haverá fluxos biótico e abiótico entre ele e fragmentos vizinhos, demonstrando ser esse um ambiente biologicamente saudável.

Por representarem o primeiro nível trófico, a comunidade vegetal é determinística para os atributos de ecossistemas restaurados, que podem ser diretos ou indiretos (SER, 2004; CLEWELL; ARONSON, 2013; BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

- Atributos diretos:

1. Composição de espécies: – um ecossistema restaurado contém um conjunto significativo e característico de espécies nativas (espécies invasoras estão ausentes), com representatividade de todos os grupos funcionais ou, caso falte algum, há potencial para colonizarem o local naturalmente;
2. Estrutura da comunidade – as populações estão abundantemente estabelecidas, com distribuição espacial adequada;
3. Ambiente abiótico – tem a capacidade física para sustentar populações reprodutivas, importante para sua estabilidade;

4. Contexto de paisagem – o ecossistema restaurado está perfeitamente integrado na paisagem com a qual interage, por meio de fluxos bióticos e abióticos.
- Atributos indiretos:
 1. Funcionalidade – os processos ecológicos ocorrem normalmente e em conformidade com seu estágio de desenvolvimento, sem sinais de disfunção;
 2. Continuidade histórica – a biodiversidade se recupera até o momento em que sua trajetória histórica foi interrompida;
 3. Complexidade ecológica – sua estrutura ecológica facilita a diferenciação de nichos e diversidade de habitats;
 4. Auto-organização - o ecossistema desenvolve estratégias para a conservação dos recursos naturais, aumentando sua autonomia;
 5. Resiliência - o ecossistema resiste e se auto recupera de distúrbios severos e pode, até mesmo, se beneficiar dos eventos de estresse.
 6. Autossustentabilidade - o ecossistema é autossustentável e possui potencial de resistir indefinidamente. Aspectos de sua biodiversidade podem sofrer alterações frente ao fluxo interno e mudanças ambientais externas, mas nada que o afete consideravelmente;
 7. Suporte da biosfera - o ecossistema produz seu próprio oxigênio atmosférico e absorve CO₂, provendo habitat ideal para espécies raras e endêmicas.

4.2 Classificação de fragmentos florestais quanto ao nível de degradação

O tamanho e forma de um fragmento florestal exercem papel crucial em sua estrutura e composição; fragmentos pequenos apresentam forte efeito de borda, levando ao predomínio de grupos funcionais característicos de estágios iniciais de sucessão. Já em fragmentos grandes e arredondados, há pouco efeito de borda, permitindo que o local sustente espécies com maiores exigências quanto aos recursos ambientais - final de sucessão (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Dependendo do nível de perturbação existente, os fragmentos florestais podem ser classificados em (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015):

- Fragmentos conservados: sua estrutura e composição estão preservadas, bastando apenas isolá-los para protegê-los de possíveis perturbações;
- Fragmentos pouco degradados: seu isolamento pode promover sua recuperação, mas o manejo de competidoras e plantio de enriquecimento aceleram o processo; e
- Fragmentos degradados: necessitam de ações intensas quanto ao controle de competidoras e manutenção do plantio, haja vista que nunca se recupe-

rariam espontaneamente.

A avaliação do nível de degradação de um fragmento florestal pode ser feita segundo indicadores que mensurem os efeitos dos distúrbios sobre os componentes de uma comunidade. Dentre esses indicadores,

Os índices de integridade biológica (...) são indicadores bióticos que incorporam os componentes da comunidade que são sensíveis à uma ampla gama de ações humanas. (...). As medidas mais comuns utilizadas no índice de integridade biológica incluem as mudanças na riqueza taxonômica, na composição de espécies, na saúde dos indivíduos, na organização de cadeias tróficas e outros atributos biológicos que respondam à influência humana. (CECCON, 2013).

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora seja uma ciência recente, a restauração ecológica está ganhando notoriedade e se tornando imprescindível frente à necessidade atual de se resgatar os serviços ecossistêmicos de locais degradados pela ação humana e, para que isso seja feito corretamente, em pouco tempo e com menos recursos financeiros, devem ser considerados todos os conceitos ecológicos necessários à ecossistemas em equilíbrio, buscando sua autossustentabilidade e resiliência.

REFERÊNCIAS

BRANCALION, P.H.S; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de textos. 2015.

CECCON, E. **Restauración em bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales**. México: Ediciones Diaz de Santos, 2013.

CLEWELL, A.F; ARONSON, J. **Ecological restoration: principles, values and structure of an emerging profession**. 2ª ed. Island press, 2013.

MARTINS, S.V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2015.

RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Editora planta, 2001.

RODRIGUES, R.R; BRANCALION, P.H.S; ISEMHAGEN, I. **Pacto pela Restauração da Mata Atlântica: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: Instituto BioAtlântica, 2009.

RODRIGUES, E. **Ecologia da restauração**. Londrina: Editora Planta, 2013.

SER - Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. **The SER International Primer on Ecological Restoration**. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International. 2004.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Amazônia 25, 26, 31, 100, 103, 104, 108, 111, 112, 175, 177, 183, 196, 198, 202, 203, 204, 207, 208, 209, 212, 213, 214, 215, 216, 227, 230, 235, 276, 329

Anastrepha 196, 197, 199, 200, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 211, 213, 214, 215, 216, 217, 251, 257

Apicultura 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32

Arborização urbana 87, 96, 97, 98

Atributos de ecossistemas 74, 84

C

Cerâmica ativa 13, 14, 16, 18, 19, 20, 23

Ceratitis 197, 203, 204, 207, 208, 209, 210, 211, 214, 217, 251

Conscientização 28, 33, 72, 102, 137, 142, 163, 166, 173, 334, 339

Conservação 28, 31, 38, 42, 47, 62, 65, 73, 75, 85, 86, 88, 89, 97, 99, 113, 123, 142, 164, 165, 172, 173, 174, 176, 185, 232, 233, 278

Controle de poluição do ar 14

Criatividade 33, 166

Currículo pós-crítico 121

D

Degradação de bacias hidrográficas 2

Discurso 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130

E

Ecologia da restauração 69, 73, 74, 75, 86

Ecologia urbana 87

Edifícios sustentáveis 14

Educação ambiental 47, 111, 134, 138, 140, 145, 146, 147, 148, 164, 165, 166, 167, 171, 172, 173, 174, 329, 330, 341

Educação de solos 163

Educação do campo 149, 161, 162

Espaços verdes 87, 88, 91, 92

F

Filtros ambientais 74, 81, 82

Fotocatálise 14, 15, 16, 20, 22

Fruto hospedeiro 207, 251

G

Geotecnologias 87

Gestão ambiental 38, 40, 41, 46, 148, 330, 339, 342

I

Impactos ambientais 38, 46, 135, 165, 237, 292, 316, 326, 332, 336
Indicadores ecológicos 62, 71
Infestação 196, 198, 199, 206, 207, 210, 211, 214, 217

M

Manejo do solo 185, 186
Matéria orgânica 68, 70, 81, 82, 168, 171, 177, 184, 185, 186, 189, 190, 193, 195, 233, 260, 262, 265, 267, 268, 306, 309
Monitoramento 55, 62, 63, 64, 71, 72, 83, 144, 204, 215, 301, 310, 313, 317, 318
Mosca-da-carambola 196, 197, 198, 200, 201, 202, 203, 204, 213, 215, 257

P

Paricá 175, 176, 177, 179, 182, 183
Planejamento da restauração 62
Preservação ambiental 100, 163, 176, 177, 182
Pronera 149, 150, 151, 154, 155, 156, 157, 158, 161, 162
Protótipo 33, 34, 35, 244
Psidium guajava 196, 197, 202, 210, 211, 212, 216, 217

R

Recarga artificial de água subterrânea 1, 2, 7, 11
Reflorestamento 1, 8, 9, 11, 12, 30, 32, 75, 100, 176, 177
Rizobactérias 175, 176, 177, 179, 180, 182, 227, 232, 233, 234

S

Sucessão ecológica 67, 74, 75, 76, 79
Sustentabilidade ambiental 1, 2, 3, 9

T

Trote ecológico 103

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-755-0



9 788572 477550