

**ELÓI MARTINS SENHORAS
(ORGANIZADOR)**



A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO INTERDISCIPLINAR NAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS 3

Atena
Editora
Ano 2020

**ELÓI MARTINS SENHORAS
(ORGANIZADOR)**



**A PRODUÇÃO
DO CONHECIMENTO
INTERDISCIPLINAR NAS
CIÊNCIAS AMBIENTAIS 3**

Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

Conselho Técnico Científico

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

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

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

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

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-65-86002-08-9
 DOI 10.22533/at.ed.089200203

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

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

A construção do campo de estudos em Ciências Ambientais tem passado por uma crescente produção incremental de pesquisas em diferentes partes do mundo em razão das rápidas transformações ambientais engendradas pelo homem, de modo que, no Brasil, esta dinâmica não tem sido diferente, razão pela qual o presente livro surge para ampliar os debates temáticos.

Esta obra, “A Produção do Conhecimento Interdisciplinar nas Ciências Ambientais 3”, dá continuidade aos esforços coletivos das obras anteriores, buscando dar voz a diferentes pesquisadores brasileiros com o objetivo de mostrar a riqueza analítica e propositiva de nossas pesquisas científicas nacionais frente a vários desafios ambientais.

Fruto de um trabalho coletivo de quarenta e quatro pesquisadores oriundos de dez estados brasileiros, de todas as cinco macrorregiões brasileiras, esta obra conjuga as contribuições oriundas de diferentes instituições público e privadas de ensino, pesquisa e extensão, findando valorizar as análises e debates no campo epistemológico de Ciências Ambientais.

O presente livro foi estruturado por meio de pesquisas que se caracterizaram quanto aos fins por estudos exploratórios, descritivos e explicativos, bem como por estudos quali-quantitativos em função das diferentes técnicas utilizadas nos procedimentos metodológicos de levantamento e análise de dados.

Organizado em quatro eixos temáticos, os dezesseis capítulos apresentados neste livro dialogam entre si por meio de análises laboratoriais, estudos de casos e discussões relacionadas às agendas ambientalistas, respectivamente da fauna e da flora, de resíduos sólidos urbanos, de análises de solos e sementes, bem como de análises físico-químicas da água.

No primeiro eixo, “Fauna e flora”, o livro apresenta os dois primeiros capítulos, os quais abordam como estudos de caso, a problemática do atropelamento de animais silvestres em rodovias e ferrovias, e, os esforços em termos de políticas e leis no combate à extração madeireira ilegal existentes no Brasil.

No segundo eixo, “Resíduos sólidos urbanos”, quatro capítulos abordam diferentes facetas sobre resíduos sólidos urbanos no país, por meio da análise da aplicação tecnológica para aproveitamento de pneus, análise territorial de resíduos em um município paranaense, análise do potencial de resíduos agroindustriais, assim como análise de monitoramento de aves dentro e no entorno de uma Central de Tratamento de Resíduos.

No terceiro eixo, “Análises de solos e sementes”, dois capítulos desenvolvem análises físico-químicas de solo a título de identificação da evolução do CO₂ e caracterização de atributos. Ademais, três capítulos realizam análises biométrica e hídrica de sementes e frutos, análise de potencialidade alelopática de sementes e um estudo de enriquecimento de banco de sementes para restauração em hora

agroecológica urbana.

No quarto eixo, “Análises físico-químicas da água”, os dois últimos capítulos deste livro apresentam discussões sobre estudos de casos desenvolvidos sobre avaliação de concentrações de metais pesados na água de um rio localizado no Maranhão e sobre gestão ambiental da água em uma instituição de ensino superior no Ceará.

Com base nas análises e discussões levantadas nos diferentes capítulos desta obra existe uma franca contribuição para o público geral ou especializado no entendimento de que o campo epistemológico das Ciências Ambientais é eclético, sendo conformado por diferentes matizes teórico-metodológicas que possuem o objetivo comum de explicar e propor melhorias sustentáveis aos desafios e complexidades do mundo real.

Em nome de todos os pesquisadores envolvidos neste livro, comprometidos com o desenvolvimento das Ciências Ambientais no Brasil, convidamos você leitor(a) para explorar conosco, neste rico campo científico, toda a riqueza empírica da nossa realidade ambiental, pois urge a necessidade de avançarmos nossa consciência ambiental.

Ótima leitura!

Elói Martins Senhoras

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A TEORIA DO DIREITO EM UMA PERSPECTIVA AMBIENTAL	
Laone Lago	
Wilson Madeira Filho	
Napoleão Miranda	
DOI 10.22533/at.ed.0892002031	
CAPÍTULO 2	15
FAUNA AMEAÇADA NAS RODOVIAS	
Elisângela de Albuquerque Sobreira	
Victória Sobreira Lage	
Rafael Sobreira Lage	
Gabriel Sobreira Lage	
DOI 10.22533/at.ed.0892002032	
CAPÍTULO 3	26
ILEGALIDADE NA EXPLORAÇÃO MADEIREIRA: ESFORÇOS DESENVOLVIDOS PELO BRASIL	
Alessandra Maria Filippin dos Passos	
DOI 10.22533/at.ed.0892002033	
CAPÍTULO 4	31
REVIEW: TECNOLOGIA E APLICAÇÃO PARA O APROVEITAMENTO DE PNEUS INSERVÍVEIS	
Andressa Lunardi	
Valéria Pian Silvestri	
Janaína Chaves Ortiz	
DOI 10.22533/at.ed.0892002034	
CAPÍTULO 5	40
ANÁLISE TERRITORIAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM MATINHOS-PR	
Alexandre Dullius	
Maclovia Corrêa da Silva	
Luiz Everson da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.0892002035	
CAPÍTULO 6	55
POTENCIAL DOS RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS COMO FONTES DE CARBONO PARA PRODUÇÃO DE INVERTASES POR FUNGOS	
Gabriela Furlaneto Sanchez de Sousa	
Andreza Gambelli Lucas Costa Nascimento	
Marina Kimiko Kadowaki	
DOI 10.22533/at.ed.0892002036	
CAPÍTULO 7	64
ANÁLISE DE METODOLOGIA DA CINÉTICA DE EVOLUÇÃO DO CO ₂ SOB INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E UMIDADE DO SOLO	
Amanda Silva De Medeiros	
Alécio Marcelo Lima Dos Santos	
Hélder Delano Barboza De Farias	
Pablio Henrique De Souza Lima	

Paulyanne Karlla Araújo Magalhães

Mayara Andrade Souza

DOI 10.22533/at.ed.0892002037

CAPÍTULO 8 79

MONITORAMENTO DA POPULAÇÃO DE *CORAGYPS ATRATUS* EM CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS E SEU ENTORNO

Evandro Roberto Tagliaferro

DOI 10.22533/at.ed.0892002038

CAPÍTULO 9 85

CARACTERIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREAS SUBMETIDAS A DIFERENTES USOS NO NORDESTE PARAENSE

Bárbara Maia Miranda

Arystides Resende Silva

Gustavo Schwartz

Eduardo Jorge Maklouf Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.0892002039

CAPÍTULO 10 93

ATIVIDADE ALELOPÁTICA DE *NERIUM OLEANDER* L. E *DIEFFENBACHIA PICTA* SCHOTT EM SEMENTES DE *LACTUCA SATIVA* L. E *BIDENS PILOSA* L.

Luiz Augusto Salles das Neves

Raquel Stefanello

Kelen Haygert Lencina

DOI 10.22533/at.ed.08920020310

CAPÍTULO 11 105

REDES NEURAIAS ARTIFICIAIS NA ESTIMAÇÃO DE DIÂMETROS DE *TECTONA GRANDIS* L.F.

Izabel Passos Bonete

Luciano Rodrigo Lanssanova

DOI 10.22533/at.ed.08920020311

CAPÍTULO 12 119

ANÁLISE QUANTITATIVA BIOMÉTRICA E HÍDRICA DOS FRUTOS E SEMENTES DA ESPÉCIE *DELONIX REGIA* (BOGER EX HOOK) RAF.

Juliana Fonseca Cardoso

Gesivaldo Ribeiro Silva

Eliane Francisca Almeida

Antônio Pereira Júnior

DOI 10.22533/at.ed.08920020312

CAPÍTULO 13 131

ENRIQUECIMENTO DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO COM SEMENTES FLORESTAIS PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM HORTA AGROECOLÓGICA URBANA, PELOTAS, RS

Tiago Schuch Lemos Venzke

DOI 10.22533/at.ed.08920020313

CAPÍTULO 14 143

AVALIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DOS METAIS PESADOS NA ÁGUA SUPERFICIAL DO RIO SANTO ANTONIO, BRASIL

Neemias Muniz de Souza

Joveliane de Melo Monteiro
Wallace Ribeiro Nunes Neto
Erika Luana Lima Durans
Leila Cristina Almeida Sousa
Luís Claudio Nascimento da Silva
Adriana Sousa Rêgo
Flor de Maria Araujo Mendonça Silva
Andrea de Souza Monteiro
Rita de Cassia Mendonça de Miranda
Darlan Ferreira da Silva
Maria Raimunda Chagas Silva

DOI 10.22533/at.ed.08920020314

CAPÍTULO 15 154

GESTÃO AMBIENTAL DA ÁGUA ATRAVÉS DA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA NUMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR NO SERTÃO CENTRAL DO CEARÁ

Danielle Rabelo Costa
Sérgio Horta Mattos
Marcos James Chaves Bessa
Valter de Souza Pinho

DOI 10.22533/at.ed.08920020315

CAPÍTULO 16 163

CARACTERIZAÇÃO DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH) DE ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DA MÉSOREGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM

Francisca Mariane Martins Araújo
Marcos Daniel das Neves Sousa
Ingryd Rodrigues Martins
Isabelly Silva Amorim
Danyelly Silva Amorim
Elane Giselle Silva dos Santos
Xenna Tiburço
Maria Renara Alves Rodrigues
Jamille de Sousa Monteiro
Tatiana Cardoso Gomes
Kássia Rodrigues da Costa Sena
Giovanna Gabriela Silva Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.08920020316

SOBRE O ORGANIZADOR..... 170

ÍNDICE REMISSIVO 171

POTENCIAL DOS RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS COMO FONTES DE CARBONO PARA PRODUÇÃO DE INVERTASES POR FUNGOS

Data de submissão: 03/12/2019

Data de aceite: 18/02/2020

Gabriela Furlaneto Sanchez de Sousa

Universidade Estadual do Oeste do Paraná,
Cascavel, Paraná, Brasil.

Link para o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9015920722456433>

Andreza Gambelli Lucas Costa Nascimento

Universidade Estadual do Oeste do Paraná,
Cascavel, Paraná, Brasil.

Link para o currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9770691189596665>

Marina Kimiko Kadowaki

Universidade Estadual do Oeste do Paraná,
Cascavel, Paraná, Brasil.

Link para o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1819723253019762>

RESUMO: O Brasil possui uma economia baseada na agricultura, sendo referência na produção de uma grande variedade de cereais e frutas. E como consequência, quantidades excessivas de resíduos são geradas, um fator preocupante, pois acarretam sérios impactos ambientais dependendo da forma do seu descarte. Entretanto, esses resíduos são compostos principalmente por biomassas lignocelulósicas e proteínas, que podem ser úteis como nutrientes para o crescimento de fungos e produzir enzimas aplicáveis em biotecnologia,

como a invertase. A β -frutofuranosidase ou invertase é uma enzima que hidrolisa a ligação β (1-2) da sacarose, produzindo açúcar invertido, possui importância comercial principalmente em indústrias alimentícia, essencialmente para a produção de doces e chocolates com o centro liquefeito. Neste contexto, este estudo teve como objetivo realizar uma revisão sobre a geração de resíduos oriundos de diversas culturas agrícolas produzidas no Brasil, bem como averiguar sobre os últimos avanços na produção de invertases por fungos utilizando resíduos ou subprodutos agroindustriais como fontes alternativas de carbono. E dessa forma, contribuir com estratégias metodológicas que possam diminuir o custo da produção de enzimas fúngicas com aplicabilidade industrial, e concomitantemente atenuar com os impactos negativos ao meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: β -frutofuranosidase, Bioprocessos, Enzimas, Fungos, Resíduos agroindustriais.

POTENTIAL OF AGRO-INDUSTRIAL WASTE AS CARBON SOURCES FOR FUNGAL INVERTASE PRODUCTION

ABSTRACT: Brazil has an economy based on agriculture, and a reference in the production of a wide variety of cereals and fruits. As a result, excessive amounts of waste are generated, a

cause for concern, as these wastes cause serious environmental impacts depending on the form of disposal. However, these residues are mainly composed of lignocellulosic biomasses and proteins, which can be useful as nutrients for fungal growth and produce enzymes applicable in biotechnology, such as invertase. β -fructofuranosidase or Invertase is an enzyme that hydrolyzes the β (1-2) binding of sucrose, producing invert sugar. It has commercial importance mainly in the food industries, mainly for the production of sweets and chocolates with the liquefied center. In this context, this study aimed to review the generation of residues from various agricultural crops produced in Brazil, as well as to investigate the latest advances in the production of fungal inverts using agroindustrial residues or byproducts as alternative carbon sources. Thus, contribute to methodological strategies that can reduce the cost of production of fungal enzymes with industrial applicability, and concomitantly reduce with negative impacts on the environment.

KEYWORDS: β -fructofuranosidase, Bioprocesses, Enzymes, Fungi, Agroindustrial waste.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países que possui uma das mais importantes economias do mundo baseada na agricultura, sendo referência na produção de uma grande variedade de cereais. Em 2016 o país foi o terceiro maior exportador de grãos do mundo, com participação de 5,7% no mercado global, ficando atrás apenas da União Europeia com 41,1% e Estados Unidos com 11%, segundo dados da Organização das Nações Unidas para alimentação e Agricultura (FAO, 2018).

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apresentam que a estimativa de produção de grãos no Brasil para o ano de 2019 é de 117,7 milhões de toneladas para soja, cana-de-açúcar (675 milhões de toneladas) e milho (86,9 milhões de toneladas). Outras culturas com menor produção estão o arroz com estimativa de 11,2 milhões de toneladas, trigo (5,7 milhões de toneladas) e feijão (2,9 milhões de toneladas). Mesmo com a região sudeste se destacando como uma das principais produtoras de café do país, a safra para 2019 será de 3,6 milhões de toneladas. A expectativa é produzir também em escala menor o sorgo (2 milhões de toneladas), aveia (928 mil toneladas), cevada (353,3 mil toneladas), mandioca, além de frutas como a laranja, banana, maçã, abacaxi, cacau e uva.

Atrelada à produção de cada uma dessas culturas agrícolas, há também uma porcentagem de geração de resíduos que pode variar entre 20% a 73% sobre produção total proveniente de processamento de grãos ou das frutas (IBGE 2010; SCHNEIDER et al., 2012). Esses resíduos agroindustriais quando apresentam lenta degradabilidade ou difícil degradação tornam-se tóxicos e cumulativos à natureza, acarretando sérios impactos ambientais.

Diante desse cenário, uma das alternativas sustentáveis seria o aproveitamento

pleno desses resíduos e subprodutos gerados para diminuir os impactos negativos causados ao meio ambiente e a saúde humana (GOUVEIA, 2012).

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo realizar uma análise sobre a geração de resíduos oriundos de diversas culturas agrícolas produzidas no Brasil, bem como averiguar estudos que utilizaram resíduos ou subprodutos agroindustriais como fontes alternativas de carbono em cultivos de fungos para induzir a produção da enzima invertase. Demonstrando assim a importância de se realizar estudos futuros no âmbito da biotecnológica aplicada com a finalidade de agregar maior valor a esses resíduos que são frequentemente gerados a partir de processamento de grãos e frutos, proporcionando desse modo uma alternativa ecologicamente amigável e sustentável.

2 | ENZIMA INVERTASE

A β -frutofuranosidase (EC.3.2.1.26) ou usualmente denominada invertase, é uma enzima que realiza a clivagem da ligação β (1-2) entre os resíduos de glicose e frutose do substrato sacarose, e como produto, é obtida uma mistura dessas moléculas em quantidades iguais. Entretanto, algumas invertases apresentam ainda a capacidade de catalisar a transfrutossilacção para produzir frutooligosacarídeos (FOS), tais como a kestose (GF2), nistose (GF3) e 1F-frutofuranosil nistose (ROMERO-GÓMEZ et al., 2000). Em geral, a invertase hidrolisa preferencialmente o substrato sacarose, no entanto, pode hidrolisar também outros oligossacarídeos como a rafinose e estaquiose (GUIMARÃES et al., 2007).

A invertase possui importância comercial principalmente em indústrias do setor alimentício, essencialmente para a produção de doces e chocolates com o centro liquefeito (KOTWAL & SHANKAR, 2009; KADOWAKI et al., 2013). Esta enzima é empregada também na fabricação de mel artificial, agentes plastificantes utilizados em cosméticos e eletrodos enzimáticos. O eletrodo enzimático é a junção de enzimas como a invertase com eletrodos que são empregados para a detecção de substâncias, neste sistema para determinação do substrato sacarose (CAUVAIN & YOUNG, 2009).

A enzima é amplamente encontrada em algas verdes, bactérias, invertebrados, vertebrados, vegetais e fungos. Dentre os microrganismos, a levedura *Saccharomyces cerevisiae* é a mais bem caracterizada e estudada quanto à produção de invertases (VITOLLO, 2004). Porém existem outros fungos, que apresentam potencial para produção desta enzima, tais como *Penicillium chrysogenum* (NUERO & REYES, 2002), *Aspergillus fumigatus* (GILL et al., 2006), *Aspergillus ochraceus* (GUIMARÃES et al., 2007), *Aspergillus niveus* (et al., 2009), *Aspergillus caespitosus* (ALEGRE et al., 2009), *Aspergillus niger* (MADHAN et al., 2010), *Aspergillus phoenicis* (GIRALDO et al., 2012), *Fusarium graminearum* (GONÇALVES, 2013) e *Aspergillus sojae* JU12 (LINCON & MORE, 2018).

Para que as indústrias possam explorar esses fungos produtores de proteínas

de uso biotecnológico, como a enzima invertase produzida e aplicada principalmente em produtos alimentícios, estes microrganismos devem possuir o status de GRAS (Generally Recognized As Safe), um conceito definido pela FDA – USA (Food and Drug Administration) que os reconhecem como seguro. Estes requisitos incluem: baixa toxicidade, não patogênico e seguro para saúde humana. As espécies *Aspergillus oryzae* e *Aspergillus niger* já possuem o status de GRAS e, portanto tem sido comercialmente explorados (MAIA & FRAGA, 2017).

Os fungos são microrganismos que vem se destacando por apresentar características como grande facilidade de cultivo em laboratório e reduzida necessidade nutricional, além da capacidade de secretarem suas enzimas diretamente para o meio extracelular (NASCIMENTO et al., 2014). Além disso, os fungos são eficientes biodegradadores ou decompositores na natureza, apresentam habilidades para reciclar resíduos agrícolas e agroindustriais (FERRAZ, 2004).

3 | RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

Os resíduos agroindustriais são materiais orgânicos descartados oriundos de processamento de produtos agroindústria, seja do campo como resultado da colheita e também de processamento de alimentos (MARTINS, 2015). O bagaço da cana de açúcar, a palha de milho e trigo, casca de arroz, bagaço de uva e laranja, são alguns exemplos de resíduos gerados do processo produtivo de culturas agrícolas (PUPO, 2012).

Diante deste fato, as informações sobre geração de resíduos agrícolas oriundos de várias culturas agrícolas foram compiladas na tabela 1.

Tipo de cultura	Equivalente em resíduos (%)	Tipo de resíduos gerados
Arroz	20%	Casca
Banana	50%	Casca e engaço
Cacau	38%	Casca
Café	50%	Casca e palha
Cana-de-açúcar	30%	Bagaço, vinhaça
Castanha-de-cajú	73%	Casca
Coco-da-baía	60%	Casca
Feijão	53%	Palha e vagem
Laranja	50%	Casca e Bagaço
Milho	58%	Palha e Sabugo
Trigo	60%	Palha
Uva	40%	Bagaço

Tabela 1: Culturas agrícolas com seus respectivos resíduos gerados no Brasil

(Fonte: IBGE 2010; SCHNEIDER et.al., 2012).

De acordo com os dados da tabela 1, o Brasil produz resíduos das mais diversas culturas, e essa produção depende da escolha da matéria prima plantada, da fertilidade do solo, e das condições do clima da região (MATOS, 2005). O Brasil é o maior produtor mundial da cana-de-açúcar (SOUZA & SANTOS, 2002), isso significa que o país produz também quantidade elevada de resíduos, atingindo 201.418.487 milhões de toneladas. A castanha de caju e o cacau geram quantidades menores de resíduos alcançando 80.484 mil toneladas e 83.025 mil toneladas, respectivamente.

Os processamentos da maioria dos alimentos cultivados geram resíduos a partir das cascas como do arroz (20%), da laranja (50%) e do coco da baía (60%), porém o milho é responsável pela geração de 58% de palhas e sabugos, enquanto o feijão gera 53% na forma de palha, conforme dados da Associação Brasileira de Indústrias da Biomassa – ABIB (2011).

3.1 Resíduos agroindustriais como fontes indutoras de invertases fúngicas

A utilização dos resíduos agroindustriais como substratos em bioprocessos microbianos é uma opção interessante, uma vez poderá auxiliar inclusive na solução dos problemas ambientais decorrentes do seu acúmulo na natureza por, atribuir uma destinação adequada a estes resíduos (DASHTBAN et al., 2009).

Na tabela 2 estão expostos dados sobre vários estudos que têm sido realizados na última década utilizando vários tipos de resíduos agroindustriais como indutores da enzima invertase em cultivos de fungos filamentosos.

Fungo	Tipo de Cultivo	Fontes de carbono	Referência
<i>Aspergillus aculeatus</i>	Sbm	Trub e casca de laranja	ANDRADES, 2014
<i>Aspergillus caespitosus</i>	Sbm e SSF	Farelo de trigo	ALEGRE et al., 2009
<i>Aspergillus carbonarius</i> PC-4	Sbm	Coroa do abacaxi	BATISTA, 2018
<i>Aspergillus flavus</i>	Sbm	Farinha de centeio	UMA et al., 2010
<i>Aspergillus niger</i>	SSF	Caule de capim-limão	MADHAN et al., 2010
<i>Aspergillus niger</i> OSH5	SSF	Farelo de trigo	AL-HAGAR et al., 2015
<i>Aspergillus niger</i> IBK1	Sbm	Casca de abacaxi	OYEDEJI et al., 2017
<i>Aspergillus sp.</i>	SSF	Casca de laranja	LINCOLN & MORE, 2018
<i>Aspergillus niveus</i>	Sbm	Bagaço de cana-de-açúcar	GUTIÉRREZ-ALONSO et al., 2009
<i>Aspergillus ochraceus</i>	SSF	Bagaço de cana-de-açúcar	GUIMARÃES et al., 2007
<i>Aspergillus phoenicis</i>	SSF	Farelo de soja	RUSTIGUEL et al., 2010
<i>Aspergillus sojae</i> JU12	SSF	Casca de laranja	LINCON & MORE, 2018
<i>Aspergillus versicolor</i>	Sbm	Bagaço de maçã	DAPPER et al., 2016

<i>Chrysonilia sitophila</i> PSSF84	Sbm	Folha de banana	PATIL et al., 2011
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	Sbm	Casca de romã	UMA et al., 2012
<i>Fusarium graminearum</i>	Sbm SSF	Farelo trigo	GONÇALVES, 2013
<i>Paecilomyces variotii</i>	Sbm	Farelo de soja e Farelo de trigo	GIRALDO et al., 2012
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Sbm	Folha da bananeira	GNANESHWAR et al., 2013
<i>Saccharomyses Cerevisiae</i> NRRL Y-12632	SSF	Resíduo de cenoura vermelha	RASHAD & NOOMAN, 2009

Tabela 2 Resíduos e subprodutos agroindustriais utilizados como indutores para produção de invertases de fungos

Sbm: cultivo submerso; SSF:cultivo sólido.

Geralmente, a fonte de carbono mais utilizada para a produção de invertase por leveduras e fungos filamentosos é a sacarose, porém alguns substratos não convencionais também têm sido estudados, como por exemplo, os bagaços, cascas e folhas de frutas (maça, laranja, abacaxi, banana), bagaço de cana-de-açúcar, bem como os farelos e farinhas de cereais (soja, trigo, centeio), entre outros descritos na literatura como indutores de invertases (tabela 2).

Dentre os fungos, as espécies do gênero *Aspergillus* foram os mais estudados frente a diferentes tipos de resíduos como fonte de carbono, e tanto o cultivo submerso (Sbm) quanto o cultivo sólido (SSF) foram utilizados para produção de invertase até o presente momento (tabela 2).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil por ser um país de intensa atividade agrícola, tem gerado anualmente uma excessiva quantidade de resíduos agroindustriais na forma de cascas, palhas, bagaços, que muitas vezes são subutilizados ou simplesmente descartados, gerando um problema ambiental. Porém esses resíduos são compostos ricos em biomassas lignocelulósicas (celulose, hemicelulose, lignina) e proteínas, que podem ser aproveitados como nutrientes para crescimento fúngico, e conseqüentemente produzir enzimas de interesse biotecnológico, como as invertases. Os estudos realizados nos últimos anos por vários pesquisadores utilizando casca e bagaços de frutas, farelos e farinhas de cereais como fontes de carbono alternativas têm mostrado resultados eficazes tanto no crescimento e desenvolvimento dos fungos, quanto na produção enzimática das invertases. Dessa forma, é possível o aproveitamento desses resíduos agroindustriais como substratos baratos de cultivos e reduzir custos em bioprocessos enzimáticos, e concomitantemente minimizar problemas de poluição ambiental.

REFERÊNCIAS

- ABIB – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DA BIOMASSA. Inventário residual Brasil. 2011.
- ALEGRE, A.C.P.; POLIZELI, M.L.T.M.; TEREZI, H.F.; JORGE, J.A.; GUIMARÃES L.H.S. **Production of thermostable invertases by *Aspergillus caespitosus* under submerged or solid state fermentation invertases by using agroindustrial residues as carbon source.** Brazilian Journal Microbiology. 40:612-622, 2009;
- AL-HAGAR, O. E. A.; AHMED, A. S.; HASSAN, I. A. **Invertase production by irradiated *Aspergillus niger* OSH5 using agricultural wastes as carbon source.** British Microbiology Research Journal 6(3): 135-146, 2015.
- ANDRADES D. **Hidrolases de fungos da Mata Atlântica cultivados em resíduos agroindustriais: Produção, Purificação, Caracterização enzimática.** Dissertação de mestrado em Conservação e manejo de Recursos Naturais. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná. 2014.
- BATISTA, R.D. **Produção, otimização e caracterização de invertases e frutossiltransferases de *Aspergillus carbonarius* para produção de alimentos.** Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Palmas, 2018.
- CAUVAIN S. P & YOUNG L. S. **Tecnologia da panificação.** 2. ed. Barueri, Manole, ed. 2, 2009.
- DAPPER, T.B.; ARFELLI, V.C.; HENN, C.; SIMÕES M.R.; SANTOS, M.F.S.; TORRE, C.L.D.; SILVA, J.L.C.; SIMÃO R.C.G.; KADOWAKI M.K. **β -fructofuranosidase production by *Aspergillus versicolor* isolated from Atlantic forest and grown on apple pomace.** African Journal of Microbiology Research. v. 10 (25): 938-948, 2016.
- DASHTBAN, M.; SCHARAFT, H.; WENSHENG, Q. **Fungal bioconversion of lignocellulosic residues, opportunities & perspectives.** International Journal of Biological Sciences, 5(6), 578-595, 2009.
- FERRAZ, A.L. **Fungos decompositores de madeira.** In: ESPOSITO, E.; AZEVEDO, J.L. Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia. Caxias do Sul: Educs, 2004. p.215-240.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The State of Agricultural Commodity Markets 2018. Agricultural trade, climate change and food security.** Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Rome, 2018.
- GILL, P.K.; MANHAS, R.K.; SINGH, P. **Purification and properties of a heat-stable exoinulinase isoform from *Aspergillus fumigatus*.** Bioresource Technology; 97(7):894-902, 2006.
- GIRALDO, M.A.; SILVA, T.M.; SALVATO, F.; TEREZI, H.F.; JORGE, J.A.; GUIMARÃES, L.H.S. **Thermostable invertases from *Paecylomyces variotti* produced under submerged and solid-state fermentation using agroindustrial residues.** World Journal Microbiology Biotechnology; 28:463-472, 2012.
- GNANESHWAR, G. K.; CHAITANYA, K.; REDDY G., **Enhanced production of β -D-fructofuranosidase by *Saccharomyces cerevisiae* using agro-industrial wastes as substrates.** Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, v.2, p.85-392, 2013.
- GONÇALVES, B.H. **β -D-fructofuranosidases de *Fusarium graminearum*: produção, purificação, imobilização e determinação das propriedades bioquímicas de enzimas solúveis e secas em Spray dryer.** Dissertação de mestrado em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos, da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI

Erechim, 2013.

GOUVEIA, N. **Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social**. *Ciência & Saúde Coletiva* 17 (6): 1503-1510, 2012,

GUIMARÃES, L. H. S.; TERENCEI, H. F.; POLIZELI, M. L. T.; JORGE, J. A. **Production and characterization of a thermostable extracellular β -D fructofuranosidase produced by *Aspergillus ochraceus* with agroindustrial residues as carbon source**. *Enzyme Microbiology Technology*, v. 42, n. 1, p. 52-57, 2007.

GUTIÉRREZ-ALONSO P.; FERNÁNDEZ-ARROJO L.; PLOU FJ, FERNÁNDEZ-LOBATO M. **Biochemical characterization of a β -fructofuranosidase from *Rhodotorula dainereuses* with transfructosylating activity**. *FEMS Yeast Research*, v.9, n. 5, 768-773, 2009.

IBGE – **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Informações das culturas permanentes e temporárias do Brasil., 2010.

KADOWAKI, M. K.; SIMAO, R. C.G.; CONCEIÇÃO, S.J.L.; OSAKU, C. A.; GUIMARAES, L.H.S. **Biotechnological Advances in Fungal Invertases**. In: *Biotechnological Advances in Fungal*. Ed. CRC Press, v. 1. p. 1-30.2013.

KOTWAL, S. M. & SHANKAR, V., **Immobilized invertase**. *Biotechnology Advances*, 27, 311-322, 2009.

LINCOLN, L. & MORE, S.S. **Purification and biochemical characterization of an extracellular β -D-fructofuranosidase from *Aspergillus sp.*** *3 Biotech* 8:86, 2018.

MADHAN, S.S.R.; SATHYAVANI, R.; NIKET, B. **Production and partial purification of invertase using *Cymbopogon caecius* leaf powder as substrate**. *Indian Journal of Microbiology* 50: 318, 2010.

MAIA, T. F. & FRAGA, M. E. **Bioprospecting *Aspergillus* section *Nigri* in Atlantic Forest soil and plant litter**. *Agricultural Microbiology*, v. 84, p. 1-7, 2017.

MARTINS, E.H. **Aproveitamento do Resíduo do Processamento da Soja para Produção de Painéis Aglomerados**. Dissertação de Mestrado em agronomia, Produção vegetal. Universidade Federal De Goiás. Jataí, Goiás, 2015.

MATOS, A.T. **Tratamento de resíduos agroindustriais**. In: **CURSO SOBRE TRATAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS**. Anais. Fundação Estadual do Meio Ambiente, Viçosa, MG, p.1-34. 2005. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/tratamento-de-residuos-agroindustriais/4712959/>. Acesso em: 27 de novembro de 2019.

NASCIMENTO, K. B. M.; MARTINS, A. G. R.; TAKAKI, G. M. C.; SILVA, C. A. A.; OKADA, K. **Utilização de resíduos agroindustriais para produção de tanase por *Aspergillus sp* isolado do solo da caatinga de Pernambuco**, Brasil. *E-xacta*, Belo Horizonte, v. 7 n. 1, p. 95-103, 2014.

NUERO, O.M. & REYES, F. **Enzymes for animal feeding *Penicillium chrysogenum* mycelial wastes from *Penicillum* manufacture**. *Letter Applied Microbiology*, 34:413-416, 2002

OYEDEJI, O.; KOLAWOLEBAKARE, M.; OLUSANJOADEWALE, I.; OJOLUTIOLA, P.; OWOLABIOMOBOYE, O. **Optimized production and characterization of thermostable invertase from *Aspergillus niger* IBK1, using pineapple peel as alternate substrate**. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* v. 9, p.218-223, 2017.

PATIL, P.R.; REDDY, G.; SULOCHANA, M.B. **Production, optimization and characterization of β -fructofuranosidase by *Chrysonilia sitophila* PSSF84 – A novel source**. *Indian Journal of*

Biotechnology 10(1): 56-64, 2011.

PUPO, H. **Painéis Alternativos Produzidos a Partir de Resíduos Termoplásticos e da Pupunheira (*Bactris Gasipaes* Kunth)**. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Energia na Agricultura) – FCA, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Botucatu, 2012.

RASHAD M. M. & NOOMAN M. U. **Production, purification and characterization of extracellular invertase from *Saccharomyces cerevisiae* NRRL Y-12632 by solid-state fermentation of red carrot residue**. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 3(3):1910-1919, 2009.

ROMERO-GÓMEZ, S.; AUGUR, C. & VINIEGRA-GONZÁLEZ, G. **Invertase production by *Aspergillus niger* in submerged and solid-state fermentation**. Biotechnology Letters (2000) 22:1255.

RUSTIGUEL, C.B.; TEREZI, H.F.; JORGE, J.A.; GUIMARÃES, L.H.S. **A novel silver-activated extracellular β -D-fructofuranosidase from *Aspergillus phoenicis***. Journal of Molecular Catalysis B Enzymatic. 67: 10-15, 2010.

SCHNEIDER, V.E.; PERESIN, D.; TRENTIN, A.C.; BORTOLIN, T.A.; SAMBUICHI, R.H.R. **Diagnóstico dos Resíduos Orgânicos do Setor Agrossilvopastoril e Agroindústrias Associadas: Relatório de Pesquisa**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Brasília, 2012.

SILVA, C. Y. A. & MALTA, D. J. N. **A IMPORTÂNCIA DOS FUNGOS NA BIOTECNOLOGIA**. Ciências Biológicas e da Saúde, periódicos. set.edu.br. Recife, v.2 (3), p. 49-66, 2016.

SOUZA, O. & SANTOS, I.E. **Aproveitamento do bagaço de cana-de-açúcar pelos ruminantes**. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Comunicado técnico n.7, 2002.

UMA C., GOMATHI D., MUTHULAKSHMI C., GOPALAKRISHNAN V.K. **Production, purification and characterization of invertase by *Aspergillus flavus* using fruit peel waste as substrate**. Advances in Biological Research 4 (1): 31-36, 2010

UMA, C.; GOMATHI, D.; RAVIKUMAR, G.; KALAISELVI, M.; PALANISWAMY, M. **Production and properties of invertase from a *Cladosporium cladosporioides* in SmF using pomegranate peel waste as substrate**. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. v.2, p. S605-S611, 2012.

VITOLLO M, In: Said S, PIETRO RCLR. **Enzimas como agentes biotecnológicos**. São Paulo, Editor. Legis Suma 2004. 207-221. p

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adução 92, 131, 133, 134, 136, 141

Água 17, 18, 31, 34, 35, 44, 47, 66, 70, 71, 75, 80, 95, 120, 121, 123, 127, 128, 129, 132, 133, 140, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 151, 152, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 169

Alelopatia 93, 94, 104

Animais 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 66, 68, 80, 86, 95, 150, 165

Arborização 119, 120, 121

Árvore 49, 50, 77, 91, 106, 116, 117, 128, 130, 135, 138, 141

Asfalto 31, 37, 38, 39

Aterro 52, 80

Atributos químicos 85, 87, 91, 92

Atropelamento 15, 16, 17, 18, 19, 20, 25

Aves 18, 20, 79, 80, 81, 83

B

Biodiversidade 15, 16, 17, 21, 24, 47, 51

Biomassa 59, 61, 66, 77, 93, 102

Biometria 118, 119, 120, 121, 124, 125, 126, 128, 129

Brasil 8, 11, 14, 16, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 38, 39, 43, 44, 46, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 68, 77, 78, 79, 91, 95, 105, 113, 118, 119, 128, 132, 133, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 151, 152, 156, 158, 161, 162, 169

C

Ciências Ambientais 1, 25, 26, 31, 40, 55, 64, 65, 79, 85, 93, 105, 119, 131, 143, 154, 163, 170

D

Degradação 34, 35, 44, 48, 56, 64, 65, 66, 67, 77, 87, 127, 139, 144

Dióxido de carbono 65, 77, 91

E

Embebição 103, 119, 120, 121, 123, 127, 128, 129

Enzima 55, 57, 58, 59, 102

Espécies 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 45, 58, 60, 68, 80, 85, 87, 88, 93, 95, 96, 98, 99, 101, 103, 104, 106, 107, 116, 120, 121, 129, 130, 131, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 165

Estrada 17, 18, 19, 103

Extinção 15, 16, 17, 24, 48

Extração ilegal 26, 27

Extratos aquosos 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104

F

Fauna 15, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 34, 66, 67

Floresta 46, 49, 85, 87, 88, 104, 107, 117, 133, 134, 136, 138, 139, 141

Fruto 124, 128

Fungos 55, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 133

G

Germinação 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 102, 103, 104, 120, 121, 128, 129, 136, 138, 140, 141, 142

H

Habitat 15, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 80, 132

Horta 131, 132, 133, 134, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 154

Hortaliças 103, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 138, 139, 140, 142

I

Ilegalidade 26, 27, 28, 29, 30

Invertase 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63

M

Madeira 1, 7, 10, 12, 14, 27, 28, 29, 30, 61, 106, 107, 116

Madeira 26, 27, 28, 29, 30

Manejo 25, 33, 43, 47, 48, 49, 53, 61, 62, 66, 79, 80, 83, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 105, 106, 107, 115, 121, 134, 138, 139, 140, 143, 145, 162

Meio ambiente 12, 32, 34, 35, 38, 43, 45, 47, 49, 52, 55, 57, 62, 65, 75, 76, 84, 132, 143, 152

Metais pesados 143, 144, 145, 146, 147, 149, 150

Monitoramento 25, 29, 67, 79, 80, 81, 84, 92, 144, 151, 168

P

Pirólise 31, 33, 34, 35, 37, 39

Pneu 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38

Poluição 34, 45, 61, 145, 149, 150

População 15, 34, 44, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 143, 151, 157, 158, 159, 165

Q

Qualidade da água 17, 143, 144, 145, 146, 147, 149, 151, 152, 154, 156, 158, 161, 162, 164, 165, 166, 168, 169

R

Recursos hídricos 17, 34, 75, 144, 151, 154, 156

Reflorestamento 131, 133, 139, 140

Resíduo 31, 32, 33, 34, 35, 60, 62, 111, 113, 134

Restauração ecológica 131, 133, 136, 137, 139, 140, 141, 142

Rio 12, 13, 14, 38, 39, 44, 46, 53, 81, 83, 84, 92, 93, 104, 131, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 160, 161, 162

Rodovia 15, 16, 17, 18, 21, 22, 24, 25, 48

S

Semente 121, 122, 127, 128

Solo 17, 25, 34, 45, 47, 49, 52, 59, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 106, 107, 108, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 145, 153, 157, 168, 169

Sustentabilidade 10, 12, 14, 49, 51, 72, 75, 77, 86, 91

T

Tecnologia 12, 31, 37, 38, 61, 85, 115, 129, 141, 162, 163, 164, 170

Teor de umidade 74, 75, 76, 119, 120, 121, 123, 126, 127, 128

Território 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 54, 95, 140, 156

U

Urubus 80, 81, 82, 83, 84

V

Vegetação 17, 45, 46, 48, 49, 75, 80, 132, 133, 134, 137, 141

 **Atena**
Editora

2 0 2 0