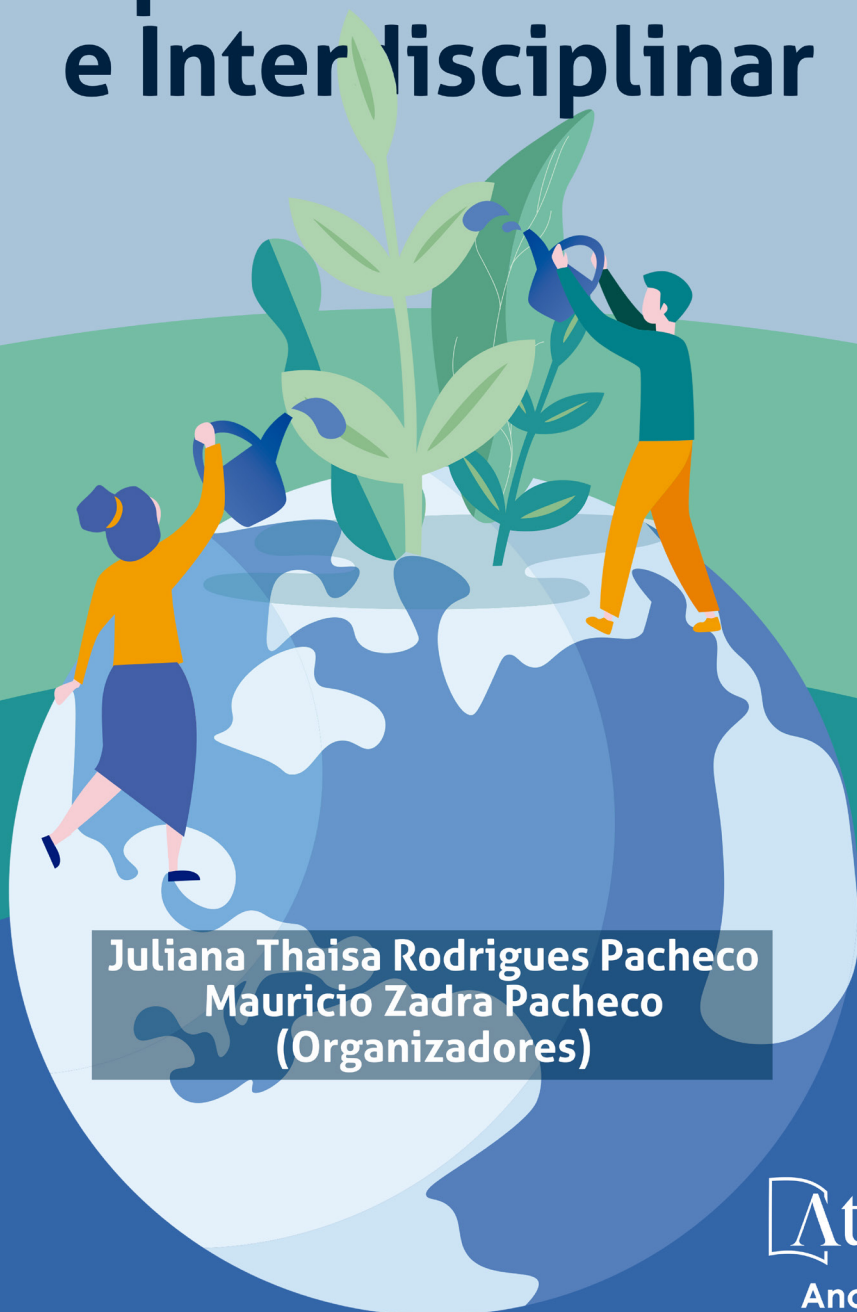


Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar

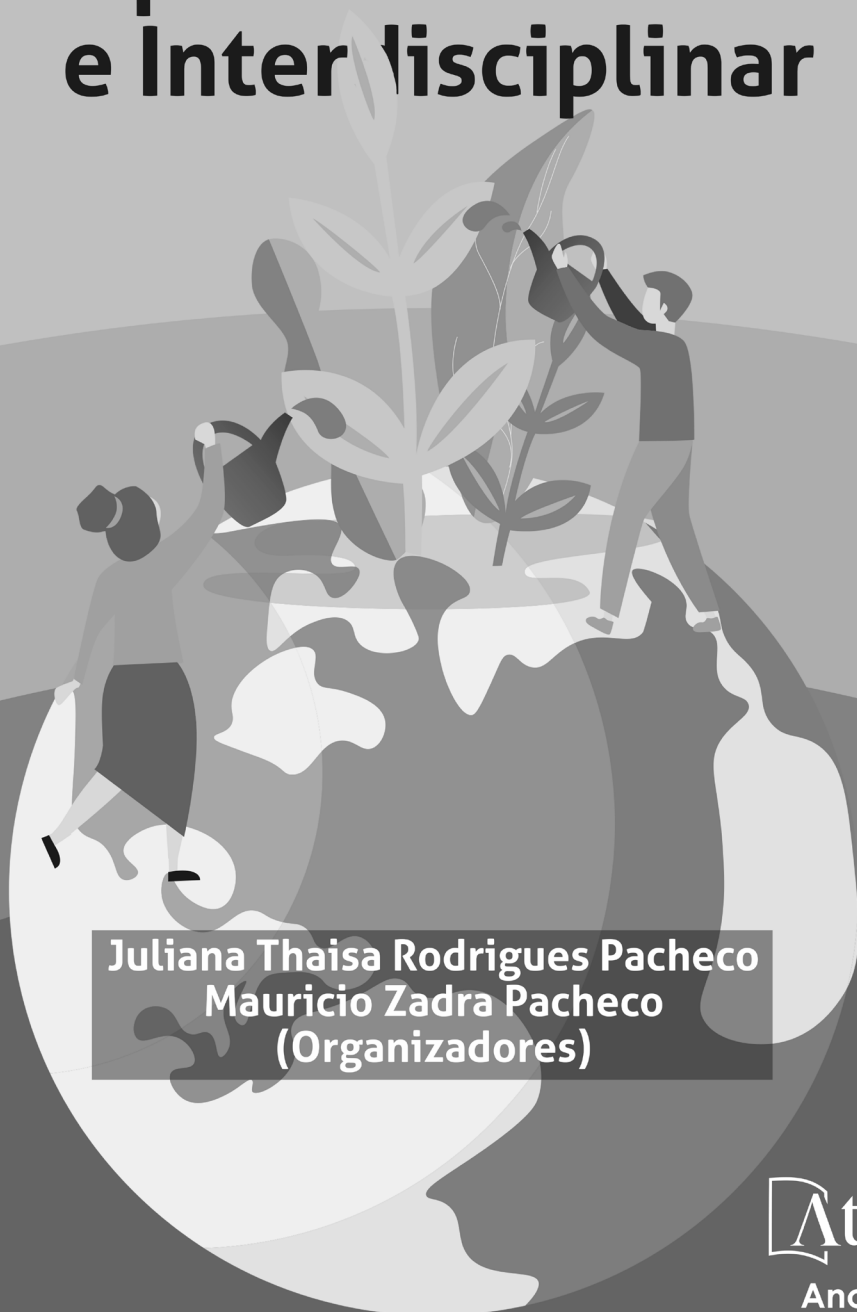


**Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Mauricio Zadra Pacheco
(Organizadores)**

Atena
Editora

Ano 2021

Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar



**Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Mauricio Zadra Pacheco
(Organizadores)**

Atena
Editora

Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
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
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miraniide Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenología & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Meio ambiente: enfoque socioambiental e interdisciplinar

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Mauricio Zadra Pacheco

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M514 Meio ambiente: enfoque socioambiental e interdisciplinar / Organizadores Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco, Mauricio Zadra Pacheco. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-042-8

DOI 10.22533/at.ed.428211005

1. Meio ambiente. I. Pacheco, Juliana Thaisa Rodrigues (Organizadora). I. Pacheco, Mauricio Zadra (Organizador). III. Título.

CDD 577

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

APRESENTAÇÃO

A coleção “Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar” volumes 1 e 2 traz o necessário e urgente debate sobre a questão ambiental, apresentam importantes reflexões sobre desenvolvimento sustentável, e a temática do Meio Ambiente e sua faceta multidisciplinar.

O volume 1 aborda com riqueza as questões ambientais e científicas que impactam na preservação do meio, a influência dos produtos nativos na sociedade e sua utilização em ações que promovam a cíclica renovação deste mesmo meio.

Os 17 artigos perpassam por temas que se harmonizam e geram conhecimento fundamental à sociedade tanto a nível de promoção do progresso como a própria ação do ser humano como agente transformador desse meio.

Tendo como alvo pesquisadores e discentes, mas também como uma agradável referência para o leitor que busca conhecimento sobre este importante tema, a obra perpassa por áreas como desenvolvimento econômico, cadeia produtiva, utilização de óleos essenciais, geotecnologias e a promoção de políticas públicas.

Desta maneira, a obra “Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar - Volume 1”, traz à tona as experiências e estudos desenvolvidos pelos autores, sejam professores, acadêmicos ou pesquisadores, de maneira fluente e precisa.

A obra “Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar - Volume 2” é uma prazerosa leitura, seja com objetivo específico para consulta bibliográfica em um dos temas abordados, seja com objetivo de busca de conhecimento em diversas áreas, construindo conhecimento multidisciplinar através dos diversos enfoques apresentados pelos artigos deste volume.

Em 18 artigos apresentados nesse volume 2, apresenta-se a temática da Educação Ambiental como ponto focal, bem como temas que remetem à revisão da legislação ambiental, à caracterização do ambiente regional, identificação de bactérias presentes no meio ambiente brasileiro para a produção de vinho até a construção de ilhas flutuantes utilizando material reciclável.

Um leque de áreas, ações e projetos que contribuem sobremaneira para com o estudo sério e complexo que o tema exige, abordando a contribuição dos mais diversos eixos científicos na construção do saber.

A Atena Editora, como meio de promoção do conhecimento científico, tem em sua plataforma o comprometimento com a divulgação dos trabalhos seriamente desenvolvidos por professores e pesquisadores.

O compromisso com a veracidade científica, a difusão do conhecimento e a consolidação de projetos promotores da interdisciplinaridade no estudo do Meio Ambiente, com enfoque também no social são a marca desse e-book, evidenciando a Atena Editora

como plataforma consolidada para exposição e divulgação de ciência no Brasil.

A todos, uma ótima leitura!

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco

Mauricio Zadra Pacheco

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ESTUDO DA SAÚDE E DOS RISCOS AMBIENTAIS DAS MARISQUEIRAS DE SÃO FRANCISCO DO CONDE - BA

Lin Kan

Rita Maria Weste Nano

Wagna Piler Carvalho dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.4282110051

CAPÍTULO 2..... 24

QUALIDADE AMBIENTAL X AÇÕES ANTRÓPICAS: ESTUDO DE CASO EM UM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA, JARAGUÁ DO SUL, SC

Mário Cesar Sedrez

Anderson José Antonietti

Miriam Hennig

Patrícia de Assis

Thomas Saalfeld Silva

DOI 10.22533/at.ed.4282110052

CAPÍTULO 3..... 33

MEDIDAS MITIGATÓRIAS PARA A RECUPERAÇÃO DE UM CÓRREGO E MATA CILIAR, EM JARAGUÁ DO SUL, SANTA CATARINA, BRASIL

Anderson José Antonietti

Mário Cesar Sedrez

Miriam Hennig

Thomas Saalfeld Silva

Patrícia de Assis

DOI 10.22533/at.ed.4282110053

CAPÍTULO 4..... 44

CARACTERIZAÇÃO DA BIOMASSA PROVENIENTE DA PALHA DO MILHO *Zea mays* PARA ANÁLISE DA VIABILIDADE DE PRODUÇÃO DE BRIQUETE

Isaac Anderson Alves de Moura

Joelda Dantas

Nyara Aschoff Cavalcanti Figueirêdo

Rogério Moura Maia

Daguimar Ferreira de Sousa

Ingrid Lélis Ricarte Cavalcanti

Riuzuani Michelle Bezerra Pedrosa Lopes

DOI 10.22533/at.ed.4282110054

CAPÍTULO 5..... 54

CINÉTICA DE DECAIMENTO DE PATÓGENOS ENTÉRICOS EM FARINHA DE CARNE E OSSO SOB CONDIÇÕES SUBTROPICAIS DE TEMPERATURA

Fabiane Toniazzo

Martha Mayumi Higarashi

Nivia Rosana Weber Peter

Daniel Celestino Fornari Bocchese
Helton Araujo Couto Carneiro
Denilson Lorenzatto
Marinara da Silva Machado
Deivid Roque de Moraes
Tainá Seidel Durante
Aline Viancelli
William Michelin

DOI 10.22533/at.ed.4282110055

CAPÍTULO 6..... 63

**IDENTIFICAÇÃO DE GENES DE RESISTÊNCIA À FERRUGEM-DA-FOLHA EM TRIGO
COMO ESTRATÉGIA PARA SEGURANÇA ALIMENTAR E AMBIENTAL**

Sabrina Fátima Dreyer
Fátima Husein Abdalla
Sandra Patussi Brammer
Cássia Canzi Ceccon

DOI 10.22533/at.ed.4282110056

CAPÍTULO 7..... 75

**INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DAS CINZAS DE CARVÃO EM MISTURAS ASFÁLTICAS
DENSAS**

Estéfani Clara
Breno Salgado Barra

DOI 10.22533/at.ed.4282110057

CAPÍTULO 8..... 95

COCOS NUCIFERA L. A REVIEW OF THEIR BIOMASS IN BRAZIL

Lucas dos Santos Azevedo
Simone Ramires
Samuel Vinícios Bonato
Diego Marisco Perez
Beatriz Ferreira Webber

DOI 10.22533/at.ed.4282110058

CAPÍTULO 9..... 114

**ESTUDO DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM EM BALDES COM O USO DE
DIFERENTES TIPOS DE INOCULANTES**

Ester Pereira de Souza
Lucélia Souza Barbosa
Janaina Anacleto Nunes
Juliano da Cunha Gomes

DOI 10.22533/at.ed.4282110059

CAPÍTULO 10..... 123

**REMOÇÃO DE PARACETAMOL UTILIZANDO RESÍDUOS DA CASCA DE ARROZ COMO
BIOSSORVENTE**

Renata Farias Oliveira

Lucas Winter

Nádia Teresinha Schröder

DOI 10.22533/at.ed.42821100510

CAPÍTULO 11..... 136

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO REPELENTE NATURAL CONTENDO O ÓLEO ESSENCIAL DE ALECRIM (*Rosmarinus officinalis* L.)

Juliane Tormena Bresciani

Ariana Ferrari

Daniele Fernanda Felipe

DOI 10.22533/at.ed.42821100511

CAPÍTULO 12..... 145

ÓLEOS ESSENCIAIS, UMA ALTERNATIVA AO USO DOS INSETICIDAS NA AGRICULTURA: BREVE REVISÃO

Glaucilane dos Santos Cruz

Ismaela Maria Ferreira de Melo

Carolina Arruda Guedes

Valéria Wanderley Teixeira

Álvaro Aguiar Coelho Teixeira

Maria Clara da Nobrega Ferreira

Kamilla de Andrade Dutra

Daniela Maria do Amaral Ferraz Navarro

Camila Santos Teixeira

Jose Vargas de Oliveira

Catiane Oliveira Souza

DOI 10.22533/at.ed.42821100512

CAPÍTULO 13..... 154

EFEITOS SUBLETAIS DOS ÓLEOS ESSENCIAIS E DE SEUS COMPOSTOS NA NUTRIÇÃO E REPRODUÇÃO EM INSETOS

Glaucilane dos Santos Cruz

Valeria Wanderley Teixeira

Álvaro Aguiar Coelho Teixeira

José Vargas de Oliveira

Ismaela Maria Ferreira de Melo

Maria Clara da Nobrega Ferreira

Carolina Arruda Guedes

Kamilla de Andrade Dutra

Daniela Maria do Amaral Ferraz Navarro

Catiane Oliveira Souza

DOI 10.22533/at.ed.42821100513

CAPÍTULO 14..... 164

CONSEQUÊNCIAS DO USO EXCESSIVO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS EM ABELHAS: UMA DAS PROVÁVEIS CAUSAS DO CCD

Catiane Oliveira Souza

Valeria Wanderley Teixeira

Álvaro Aguiar Coelho Teixeira
Glaucilane dos Santos Cruz
Carolina Arruda Guedes
Júlio César dos Santos Nascimento
Camila Santos Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.42821100514

CAPÍTULO 15..... 172

ESPACIALIZAÇÃO DAS SUBCLASSES DE CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS DE UMA MICROBACIA ATRAVÉS DE GEOPROCESSAMENTO, VISANDO A CONSERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS

Sérgio Campos
Fábio Villar da Silva
Marcelo Campos

DOI 10.22533/at.ed.42821100515

CAPÍTULO 16..... 182

FRAGILIDADE AMBIENTAL DO RIBEIRÃO ÁGUA DA LÚCIA – BOTUCATU (SP), VISANDO O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Sérgio Campos
Felipe de Souza Nogueira Tagliarini
Marcelo Campos

DOI 10.22533/at.ed.42821100516

CAPÍTULO 17..... 194

MAPEAMENTO DE VOÇOROCAS NO CINTURÃO VERDE DE ILHA SOLTEIRA (SP)

Adriano Souza
Artur Pantoja Marques
Amandio José Cabral D'Almeida Júnior

DOI 10.22533/at.ed.42821100517

SOBRE OS ORGANIZADORES 207

ÍNDICE REMISSIVO..... 208

INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DAS CINZAS DE CARVÃO EM MISTURAS ASFÁLTICAS DENSAS

Data de aceite: 03/05/2021

Estéfani Clara

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Mecânicas (Pós-ECM)
Joinville/SC/Brasil

Breno Salgado Barra

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Mecânicas (Pós-ECM)
Joinville/SC/Brasil

RESUMO: O objetivo principal desta pesquisa é avaliar o comportamento mecânico de misturas asfálticas densas com a incorporação de cinzas oriundas da queima do carvão mineral em usina termelétricas, neste caso o complexo Jorge Lacerda, localizado na região sul do Estado de Santa Catarina, entre os municípios de Capivari de Baixo e Tubarão. Para tanto, foram analisadas as matrizes denominadas Fly Ash (cinza volante), Bottom Ash (cinza pesada ou de fundo) e uma composição com 50% de ambas as ocorrências, as quais foram comparadas com frações convencionais de granulares gnáissicos britados, todos utilizados como material de enchimento (fíler) a 6,0% passante na malha de abertura 0,075mm, nas curvas granulométricas das misturas asfálticas. As ocorrências gnáissicas são obtidas de jazida localizada na região metropolitana de Joinville/SC, enquanto o ligante betuminoso de

penetração 30/45 (0,1mm) de distribuidora com planta industrial na região metropolitana de Curitiba/PR. Os ensaios de caracterização das matrizes supracitadas compreendem análises por microscopia eletrônica de varredura (MEV), difração de Raios-X (DRX), semi-quantificação de compostos por fluorescência de Raios-X e texturização. No que diz respeito às misturas asfálticas foram realizadas avaliações baseadas na metodologia francesa de formulação, compreendendo os aspectos de habilidade de compactação com a prensa de compactação giratória (PCG), ensaio de Duriez a 18°C e deformação permanente. Os resultados obtidos indicam que as características eletroquímicas das matrizes gnáissicas e das cinzas não contribuem para a formação de dipolos efetivos de atração elétrica com o ligante betuminoso, assim como na rigidificação dos mástiques compostos, enquanto as características físicas são predominantes no comportamento mecânico das misturas asfálticas, sobretudo a rugosidade superficial e a macrotextura granular, com destaque para as condições mais favoráveis da matriz gnáissica, mas também favoráveis à viabilidade técnica de aplicação das cinzas oriundas da queima do carvão mineral, tanto nos aspectos mecânicos quanto funcionais.

PALAVRAS-CHAVE: Cinzas de carvão mineral, Misturas asfálticas densas, Metodologia francesa de formulação.

INFLUENCE OF THE USE OF COAL ASH IN DENSE ASPHALT MIXTURES

ABSTRACT: The main objective of this research is to evaluate the mechanical behavior of dense asphalt mixtures with the incorporation of ash from the burning of coal in thermoelectric plants, in this case the Jorge Lacerda complex, located in the southern region of the State of Santa Catarina, between the municipalities of Capivari de Baixo and Tubarão. For this purpose, the matrices denominated Fly Ash (cinza volante), Bottom Ash (cinza pesada ou de fundo) and a composition with 50% of both occurrences were analyzed, which were compared with conventional fractions of crushed gneiss granules, all used as 6.0% filler material (filler) through the 0.075mm opening mesh, in the granulometric curves of asphalt mixtures. The gneiss occurrences are obtained from a deposit located in the metropolitan region of Joinville/SC, while the 30/45 (0.1mm) bituminous binder from a distributor with an industrial plant in the metropolitan region of Curitiba/PR. The characterization tests of the aforementioned matrices include analysis by scanning electron microscopy (SEM), X-ray diffraction (XRD), semi-quantification of compounds by X-ray fluorescence and texturing. As regards asphalt mixtures, evaluations were carried out based on the French formulation methodology, comprising aspects of compaction ability with the giratory shear compacting press (PCG), Duriez test at 18°C and permanent deformation. The results obtained indicate that the electrochemical characteristics of the gneissic matrices and the ash do not contribute to the formation of effective dipoles of electrical attraction with the bituminous ligand, as well as in the rigidity of the compound mastics, while the physical characteristics are predominant in the mechanical behavior of the asphalt mixtures. , especially the surface roughness and granular macrotecture, with emphasis on the most favorable conditions of the gneiss matrix, but also favorable to the technical feasibility of applying the ash from the burning of coal, both in mechanical and functional aspects.

KEYWORDS: Coal ash, Dense asphalt mixtures, French formulation methodology.

INTRODUÇÃO

A participação na matriz energética mundial, segundo BP (2019), o carvão é atualmente responsável por 27% de todo o consumo mundial de energia. No âmbito mundial, apesar dos graves impactos sobre o meio ambiente, o carvão ainda é uma importante fonte de energia. As principais razões para isso são a abundância e distribuição geográfica das reservas, além dos baixos custos e estabilidade nos preços, em comparação a outros combustíveis (ANEEL, 2005).

Abundância das reservas e o desenvolvimento de tecnologias de limpeza e combustão eficiente, conjugadas à necessidade de expansão dos sistemas elétricos e restrições ao uso de outras fontes, indicam que o carvão mineral continuará sendo, por muitas décadas, uma das principais fontes de geração de energia elétrica no Brasil.

Com o crescimento da produção dos resíduos de carvões das grandes termoelétricas, gerou-se uma preocupação de estudar o seu emprego industrialmente, devido principalmente ao potencial tóxico de seus elementos (MALLMANN, 1996).

A disposição das cinzas a céu aberto exige grandes áreas para a construção das bacias que, por sua vez, tem capacidade limitada. Além disso, o resíduo fica exposto a processos de lixiviação de metais pesados presentes nas cinzas, podendo contaminar o solo e o lençol freático da região. Outro problema desse método de descarte é a poeira silicosa, resultante da ação do vento sobre a superfície das bacias, que atinge a população residente próximo a essas instalações (LEANDRO, 2005).

Estima-se que a produção das cinzas geradas no complexo termelétrico de Jorge Lacerda, localizado entre os municípios de Capivari de Baixo e Tubarão, estado de Santa Catarina, de acordo com Rohde (2016), oscila entre 42 e 43%. Tendo em vista formalidades contratuais, existe um valor de geração mínima que equivale ao consumo de 200.000 t/mês de carvão. Em função do período de secas climáticas desde o ano de 2011, este valor se situa em 330.000 t/mês. As 200.000 t/mês originam 84.000 t/mês de cinzas, enquanto as 330.000 t/mês produzem 138.000 t/mês caracterizando um máximo de produção.

Além dos aspectos técnicos e funcionais, hoje a sociedade exige não só um bom desempenho dos materiais ou da construção, mas também das interações com o meio ambiente, em busca daqueles cuja obtenção ou realizações se materializam com menor impacto ecológico e menor ônus energético (ISAIA apud POZZOBON, 1999). Deste modo, é importante que novas investigações sejam desenvolvidas no sentido de encontrar aplicações alternativas para os resíduos, reduzindo, assim, os impactos ambientais, além de diminuir os custos de disposição em bacias de sedimentação (LEANDRO, 2005).

Cabe ressaltar que a expansão da malha rodoviária pavimentada no Brasil não acompanha o ritmo de crescimento da frota de veículos esse é um dos fatores que contribuem para o processo de degradação da infraestrutura devido o elevado fluxo de veículos. As deficiências na infraestrutura de transporte refletem a falta de investimentos no setor, visto que além dos recursos serem insuficientes, o montante autorizado não é aplicado na velocidade necessária.

Neste contexto, a presente pesquisa explorar a viabilidade técnica da utilização das cinzas provenientes do processo de queima do carvão mineral, para a produção de energia, em misturas asfálticas densas, considerando a eficiência de uma dosagem bem formulada, que resulte em um pavimento de maior qualidade.

Buscando contribuir na discussão sobre o assunto e visando um melhor emprego das cinzas supracitadas e a redução dos problemas ambientais causados pela geração de energia nas usinas de produção, essa pesquisa destaca a cinza leve (*Fly Ash*), já bastante explorada em estudos de pavimentação e pela indústria cimenteira, e a cinza pesada (*Bottom Ash*), que não possui atualmente aplicações ou mercados conhecidos para utilização em larga escala.

MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento desta pesquisa iniciou-se com a seleção das jazidas para a coleta das amostras dos materiais de estudo e na sequência foram executados os ensaios de caracterização desses materiais e definidas as respectivas classificações geológicas, mineralógicas, químicas e físicas das suas ocorrências.

Os agregados pétreos necessários foram fornecidos pela empresa Rudnick Minérios S.A., localizada no distrito de Pirabeirada, na cidade de Joinville/SC. O critério para a seleção dos agregados pétreos para esta pesquisa foi em função da disponibilidade das ocorrências dos materiais e da parceria da referida empresa com o LDTPav.

Os ensaios de caracterização dos materiais pétreos foram desenvolvidas no LDTPav. Os resultados desta caracterização encontram-se, resumidamente, na Tabela 1.

O material ensaiado encontra-se dentro dos limites impostos pelas normativas apresentadas e, dessa maneira, são passíveis de utilização em mistura asfálticas, exceto o parâmetro de adesividade, o qual deve ser corrigido em situações práticas de obras com a inserção de aditivos melhoradores de adesividade na dosagem do ligante betuminoso ou pela substituição de adições granulares com natureza eletropositiva, que permitam a formação de um dipolo de atração química com a matriz eletronegativa dos materiais hidrocarbonetos.

Ensaio	Norma	Limites	Resultados	
			Quantitativo	Qualitativo
Desgaste por abrasão Los Angeles	DNER-ME 035/1998 e DNER-ME 037/1997	Máx. 50%	17,50%	-
Índice de forma	ABNT NBR 7809/2006	Mín. 0,5	0,60	Boa cubicidade
Resistência ao ataque químico (Durabilidade)	DNER-ME 089/1994 e DNER-ME 037/1997	Máx. 12%	5,30%	-
Adesividade ao ligante betuminoso	DNER-ME 078/1994	-	-	Má
Equivalência de areia	DNER-ME 54/1997	-	78,0%	
Teor de material pulverulento	DNER-ME 266/1997 e DNER-ME 37/1997	Máx. 1,0%	0,40%	
Absorção	-	-	0,50%	-

Tabela 1: Resultados da caracterização dos agregados pétreos. Fonte: Eing (2018).

Entretanto, é importante destacar que nesta pesquisa não foram utilizados aditivos ou adições melhoradores de adesividade, a fim de que se pudesse verificar o real efeito da utilização das cinzas oriundas da queima do carvão mineral nas misturas asfálticas.

Antes de iniciar os testes de caracterização dos agregados e das cinzas, foi realizado um peneiramento das amostras das cinzas utilizadas neste estudo, buscando conhecer

suas frações representativas. Para assim resultar em uma reutilização mais eficiente desse resíduo sólido na pavimentação. A Figura 1 demonstra as frações representativas das cinzas *Bottom Ash* e *Fly Ash*.

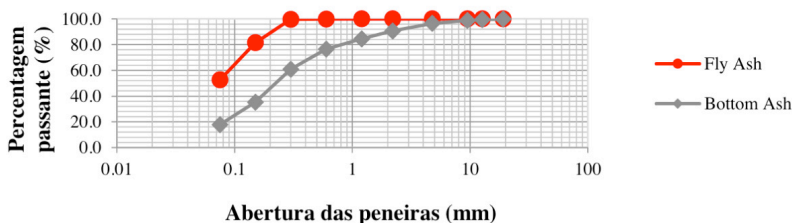


Figura 1: Distribuição granulométrica das cinzas.

Em análise da Figura 1, observa-se que as frações representativas das cinzas *Bottom Ash* são as retidas entre as peneiras de abertura 0,60 mm até o material depositado no fundo, já as frações correspondentes a *Fly Ash* mais representativas são as retidas entre as peneiras de abertura 0,15 mm até o material depositado no fundo.

Em função da morfologia dos grãos, em que os argilominerais fundidos geram partículas vítreas, ricas em inclusões gasosas, pode-se observar um aspecto esponjoso ou estrutura vesicular, conforme demonstrado na Figura 2. Além do aspecto da morfologia, verifica-se a fragilidade dos grãos de dimensões maiores, em frações situadas entre as peneiras de abertura 0,60 mm a 0,15 mm.



Figura 2: Aspecto esponjoso da cinza.

Em razão disto e das porcentagens de finos geralmente empregados na formulação das misturas asfálticas, convencionou a limitação da utilização das frações de cinzas em 6%. Esse valor também está de acordo com outros estudos de formulação de misturas asfálticas com emprego de cinzas, cuja adição máxima para que não ocorra risco de perda de resistência ficou próxima ao valor adotado.

Outro fator importante a ser justificado é a fração de substituição adotada. Na análise das frações mais representativas para ambas as cinzas em conjunto com o percentual máximo para o uso na formulação, adotou-se a substituição da fração de fundo (< 0,075mm), visto que nas cinzas *Bottom Ash* a percentagem desta fração é de 17,8% e para as cinzas *Fly Ash* em torno de 52,6%.

Para análise das características das cinzas (*Fly ash* e *Bottom ash*), foi realizada uma parceria técnica entre o Centro Tecnológico da SATC (CT-SATC), pertencente à Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina (SATC), e o Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Mecânicas (Pós-ECM) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), tendo como base, estudos já desenvolvidos pela SATC em relação às aplicações das cinzas.

Particularmente, as cinzas provenientes da queima do carvão mineral foram analisadas tomando em conta aspectos como: Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), ensaios de Difração de Raios-X (DRX), Fluorescência de Raios-X (FRX), ponto de amolecimento anel e bola (verificação do poder de rigidificação), texturização, além de uma estimativa teórica da dureza de seus componentes.

A verificação da forma e da textura das partículas dos fíleres em estudo (Pó de brita, cinzas *Bottom ash* e *Fly ash*) foram procedidas a partir da análise das imagens produzidas por microscopia eletrônica de varredura (MEV) conforme Figura 3.

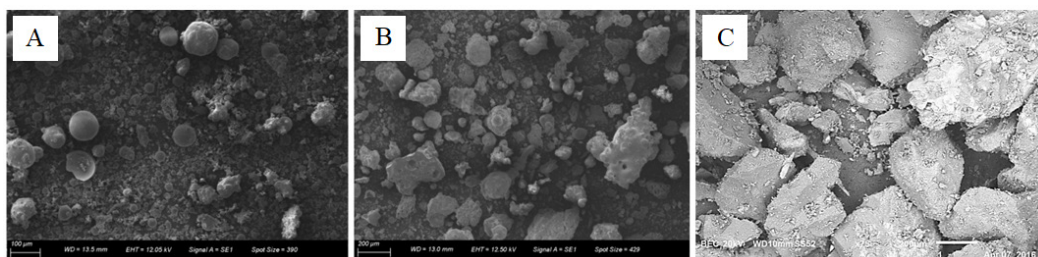


Figura 3: Microscopia eletrônica de varredura (A) Fly Ash, (B) Bottom Ash, (C) Agregado granítico.

Fonte: A-B: Aquino *et al.* (2017). C: Siroma (2018).

A partir da análise das imagens é possível observar que as cinzas de carvão possuem formas esféricas de diferentes diâmetros e partículas irregulares de tamanhos variados. Conforme observado por Sarbak *et al.* (2004), isso é possível devido os diferentes estados físicos da sílica presente em amostras de cinzas de carvão são responsáveis pela forma das partículas de tamanhos irregulares.

Foi analisada a morfologia do pó de pedra a partir da Figura 3-C, que trás a imagem da microscopia eletrônica de varredura de agregados graníticos da empresa Vogelsanger

Britagem, apesar dos granulares graníticos utilizados nesta pesquisa serem fornecidos pela empresa Rudnick Minérios S.A. O intuito desta análise é demonstrar algumas características referentes à composição, à macro e à microtextura de partículas finas de granitos, visto que ambas as jazidas são provenientes da região de Joinville/SC e possuem a mesma classificação na análise de lâmina petrográfica, conforme demonstrado por Meurer (2015), além dos resultados muito semelhantes em ensaios de caracterização, que atestam uma boa proximidade das amostras das duas empresas. Ainda em análise a imagem da microscopia (Figura 3-C) é possível verificar que o formato predominante do granular é subangular e a textura se mostra bem rugosa. Essas características tendem a favorecer o intertravamento granular, resultando em misturas asfálticas mais estáveis.

As análises de Difração de Raios-X (DRX) foram realizadas no Centro Tecnológico da SATC (CT-SATC). A Figura 4 traz os resultados referentes às análises mineralógicas dos fileres.

As quantidades percentuais apresentadas na Figura 4 são estimadas pelo software, tendo como base as alturas relativas de pico das cartas padrão. Além disso, é apresentada uma base de 100%, não sendo levados em consideração materiais que estejam na forma amorfa. No gráfico, pp significa possível presença.

Com a análise mineralógica das cinzas contendo 50% Fly ash e 50% Bottom ash (Figura 4-B), foi constatada a presença de Quartzo, Mulita e Hematita, mesmos minerais encontrados em análise das cinzas dita puras, com 100% Fly ash e 100% Bottom ash. O conteúdo de materiais cristalinos é equivalente em ambas as cinzas, porém para as Fly Ash o conteúdo de Mulita é maior e o conteúdo de Quartzo é menor.

A mulita presente nas cinzas é resultante das reações que ocorrem durante a combustão do carvão. O quartzo, por sua vez, está presente no carvão precursor e não funde nas condições de queima nas usinas termelétricas. A presença de hematita e magnetita nas cinzas é decorrente da oxidação de sulfetos de ferro na forma de pirita, normalmente presente no marcassita e pirrotita presentes no carvão queimado (ROHDE *et al.*, 2006).

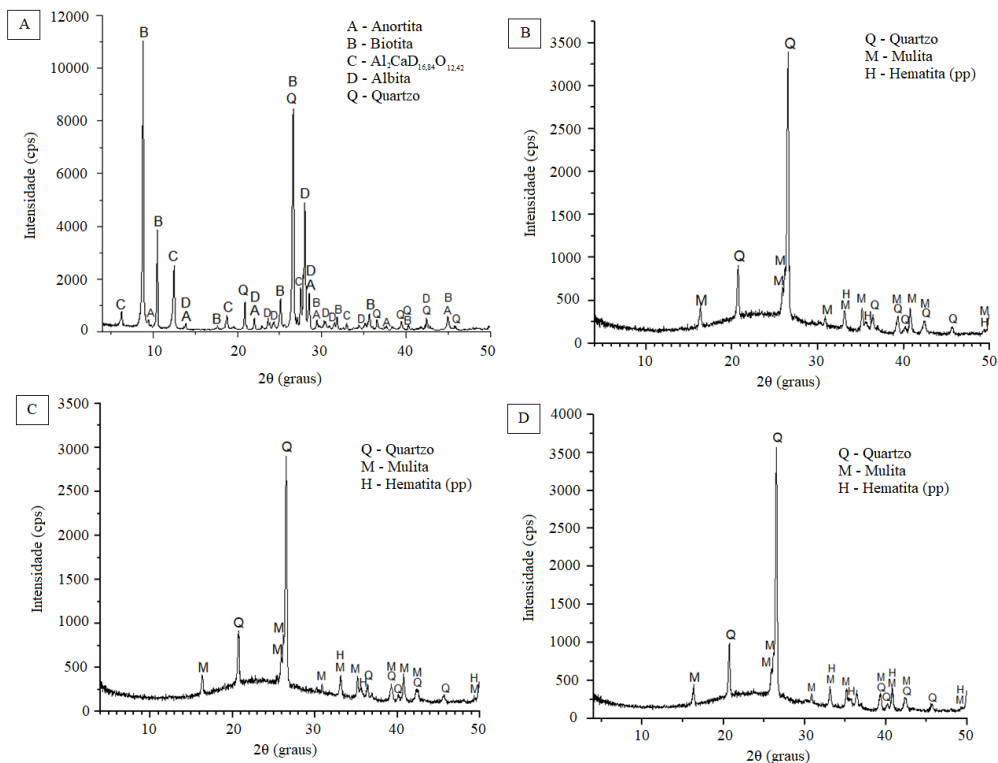


Figura 4: Análise mineralógica DRX (A) Pó de pedra, (B) 50% Fly ash e 50% Bottom ash, (C) Fly ash e (D) Bottom ash.

A composição química referente aos elementos majoritários presentes nas amostras foram realizadas no Centro Tecnológico da SATC (CT-SATC). As amostras inicialmente foram submetidas ao teste de perda ao fogo (PF), seguindo a norma ASTM D7348-07, a fim de se eliminar os materiais orgânicos e água na constituição presentes no material.

Componentes	Fileres analisados (% massa)			
	Pó de Pedra	50% Fly Ash e 50% Bottom Ash	Fly Ash	Bottom Ash
SiO ₂	53,602	58,483	60,258	58,911
Fe ₂ O ₃	14,505	7,378	7,214	6,999
Al ₂ O ₃	10,928	20,129	19,865	19,624
CaO	8,080	2,596	2,874	1,785
MgO	3,260	0,624	-	0,609
K ₂ O	2,576	4,235	4,600	4,298
TiO ₂	1,228	1,480	1,603	1,539
SO ₃	0,435	0,777	0,806	0,217

MnO	0,252	0,033	0,040	0,035
ZrO ₂	0,102	0,111	0,102	0,126
V ₂ O ₅	0,073	0,103	0,089	0,086
SrO	0,055	0,028	0,027	0,027
ZnO	0,042	0,062	0,073	0,044
Cr ₂ O ₃	0,033	0,049	0,077	0,041
Na ₂ O	2,311	0,639	0,673	0,857
Rb ₂ O	-	0,028	0,028	0,028
Y ₂ O ₃	-	0,020	0,020	0,018
PbO	-	0,013	0,017	0,008
Perda ao fogo	2,519	3,213	1,634	4,747

Tabela 2: Composição química majoritária dos fileres.

Analisando os resultados dos ensaios de Fluorescência de raios-X conforme demonstrado na Tabela 2, o pó de brita apresentou 53,602% de SiO₂, o que justifica a má adesividade observada nos ensaios de caracterização dos agregados pétreos.

As principais diferenças nas composições das cinzas sem qualquer tratamento estão nos conteúdos de Al, Si, Fe e perda ao fogo (PF). Dentre estes, a maior diferença está na concentração de material incombusto contido nas cinzas de fundo, determinada por PF.

Os elementos que se apresentaram com em abundância e que são denominados componentes maiores são: Sílica (SiO₂), Alumina (Al₂O₃), Óxido de Ferro (Fe₂O₃), Óxido de Cálcio (CaO) e Carbono (C). Porém, existem outros elementos, denominados elementos-traços, como por exemplo Zinco, Cobre, Cromo, Chumbo, Mercúrio, Fósforo, etc., que são responsáveis pelo potencial tóxico da cinza. Essa predominância de óxido de silício e alumínio é que confere o caráter pozolânico, enquanto que a estrutura amorfa da cinza facilita a solubilização da sílica e alumínio para que possa reagir com o óxido de cálcio livre. As características químicas das cinzas estão ligadas ao tipo de carbono que as originou e as transformações que ocorrem conforme a temperatura de queima, portanto, trata-se de um produto bastante heterogêneo (MALLMANN, 1996).

As análises texturais das amostras foram realizadas no CT-SATC, no Laboratório de Captura de CO₂. Foi utilizada a técnica de adsorção de nitrogênio (N₂). As técnicas de adsorção de gases utilizadas para determinação dessas estruturas consistem na determinação da quantidade de adsorbato, necessária para formar uma camada monomolecular (monocamada) sobre a superfície a ser medida. Utilizam-se em geral, para este fim, isotermas desenvolvidas por BET (BRUNAUER *et al.*, 1938). A partir da equação desta isoterma o número necessário de moléculas para formar uma monocamada pode ser avaliado e, como a área ocupada pela molécula é conhecida (ou estimada), pode-se então calcular a área específica do material. Este método também permite uma avaliação da porosidade do material (SANTANA *et al.*, 2012).

Os resultados, expostos na Tabela 3, demonstram que o pó de pedra apresenta um maior diâmetro de poros e maior volume de poros. Conforme Santana *et al.* (2012), a porosidade exerce

grande efeito nas propriedades mecânicas do material, tais como: resistência, dureza e deformação; nas propriedades físico-químicas, influência nas características de dissolução e na capacidade de retenção de água; nas propriedades de transporte, atua na condutividade térmica, difusão de aromas e em componentes de baixo peso molecular.

Amostra	Área Superficial (m²/g)	Volume de poros (cm³/g)	Diâmetro médio de poros (Å)
Bottom ash	1,454	0,013950	88,44
Fly ash	6,311	0,003170	87,24
50% Bottom + 50% Fly	3,933	0,009819	99,84
Pó de pedra	3,052	0,012850	168,4

Tabela 3: Composição química majoritária dos fíleres.

De acordo com Barra (2009), os sólidos porosos são ótimos adsorventes. Logo, os fíleres que apresentam elevada porosidade possuirão capacidade de adsorver maior quantidade de ligante betuminoso, fator que teoricamente gera uma ancoragem mais firme das partículas e, conseqüentemente, um aumento da rigidez.

Outro fator a ser observado é que, durante a produção das misturas asfálticas, a fase de secagem não é totalmente eficaz, pois não raramente uma fração de água fica alojada dentro dos poros e impede uma adesão completa. Além disso, uma grande quantidade de ligante betuminoso é mobilizada para a cobertura desta superfície desenvolvida e não participa mais da adesão aos granulares, aumentando assim a porosidade da mistura. Desta forma, na presença da água, o processo de desagregação será acentuado (FHWA, 1997).

A determinação da dureza dos fíleres se fez necessário para justificar os comportamentos observados durante a campanha experimental da presente pesquisa, o procedimento para determinação do mesmo foi realizado através da literatura, visto a grande dificuldade de se obter a dureza através os métodos convencionais devidos seus grãos serem frágeis conforme mencionado anteriormente. A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos através da estimativa.

Amostra	Dureza estimada
Bottom ash	7,13
Fly ash	7,17
50% Bottom + 50% Fly	7,15
Pó de pedra	6,08

Tabela 4: Estimativa da dureza dos fíleres.

Analisando as durezas estimadas, podemos observar que o valor estimado para o pó de pedra quando comparadas com as durezas das cinzas observa-se uma pequena variabilidade nos resultados, sendo a dureza maior encontrada é para a cinza *Fly ash*, essa dureza pode ser justificada visto que sua composição predominante é Al_2O_3 e SiO_2 , tendo suas durezas na ordem de 9 e 7 Mohs, respectivamente, essa dureza é dependente diretamente das forças de ligação entre os átomos, íons ou moléculas.

Outra análise realizada foi o ponto de amolecimento que de acordo com Bernucci *et al.*, (2008), é uma medida empírica que correlaciona à temperatura na qual o ligante amolece quando aquecido e atinge uma determinada condição de escoamento. O ensaio foi realizado com base na ABNT NBR 6560/2016, foram executados a partir da formulação de mástiques formulados com os fíleres estudados na presente pesquisa, ambos com 6,0% em peso do ligante betuminoso, este ensaio a fim de verificar a partir de quantidades iguais às presentes na curva granulométrica, uma comparação mais precisa dos efeitos de cada material, as Figuras 5 e 6 apresentam os resultados obtidos.

Amostra	CAP 30/45 Sem adição de filer	CAP 30/45 + Bottom ash	CAP 30/45 + Fly ash	CAP 30/45 + 50% Fly e Bottom	CAP 30/45 + Pó de pedra
Resultados (°C)	53,5 (Replan 2018)	53,5	54,0	53,5	53,5

Tabela 5: Ponto de amolecimento, ensaio realizado mesmo dia de moldagem do mástique.

Amostra	CAP 30/45 Sem adição de filer	CAP 30/45 + Bottom ash	CAP 30/45 + Fly ash	CAP 30/45 + 50% Fly e Bottom	CAP 30/45 + Pó de pedra
Resultados (°C)	53,5 (Replan 2018)	54,0	54,0	54,0	53,5

Tabela 5: Ponto de amolecimento, ensaio realizado 6 dias após moldagem do mástique.

Analisando os resultados obtidos, verifica-se uma forte similaridade entre os valores apresentados pelos mástiques quando comparados com a amostra de ligante betuminoso em sua forma pura, em qualquer das condições de teste executadas.

Esta constatação evidencia o caráter amorfo das cinzas e do pó de brita, corroborando as análises de caracterização já apresentadas, fazendo com que não exerçam influência significativa na rigificação do ligante betuminoso, logo sendo considerados fíleres inertes na composição da mistura asfáltica, isto é, sem característica pozolânica.

ENSAIOS LABORATORIAIS

Determinadas as propriedades dos materiais selecionados, tem-se que as misturas asfálticas estudadas foram formuladas com base nos parâmetros pertinentes à metodologia francesa, pois além de possuir critérios de avaliação rigorosos, dispõe de técnicas e

tecnologias de ensaios que possibilitam simular os esforços aplicados sobre os materiais da maneira mais próxima possível às situações que ocorrem no campo. Ainda, possui uma estreita relação campo-laboratório, sendo um fator decisivo para garantir credibilidade aos resultados obtidos.

Os teores de ligante de partida nesta etapa da pesquisa foram baseados no trabalho de Eing (2018), isto é, 4,54%, 4,70%, 4,86%. Entretanto, a partir dos resultados preliminares da campanha experimental desta pesquisa, notadamente com o uso da PCG, foi observada a possibilidade de se trabalhar com teores abaixo de 4,54%, a fim de melhorar os resultados já obtidos, bem como de reduzir o consumo de ligante, tendo sido incorporado o teor de 4,22% à série.

O ensaio de PCG visa verificar a habilidade de compactação das misturas asfálticas, a partir do uso da Prensa de Compactação por Cisalhamento Giratória (PCG) (AFNOR NF P 98-252, 1999), impondo uma compactação lenta e isotérmica sob compressão estática, executada por um movimento giratório (cisalhante) de uma face em torno do eixo de simetria aplicando um ângulo α , o ensaio foi realizado com o equipamento da série PCG-3, disponibilizado pelo LTP-EPUSP. Neste ensaio foram produzidos 30 corpos de provas, sendo 3 corpos de provas para cada teor estudado; os resultados médios obtidos nos ensaios estão apresentados nas Figura 5.

Conforme demonstrado na Figura 5, nesta pesquisa as misturas convencionais executadas, foram as formuladas somente com teor de ligante de 4,70%, visto que Siroma (2018) executou os mesmos ensaios para o mesmo tipo de mistura com a mesma formulação nos teores de ligantes iguais a 4,22%, 4,54% e 4,86%.

Para as misturas asfálticas do tipo BBSG, as prerrogativas normativas estabelecem a aferição do teor de vazios a 80 giros, devendo enquadrar-se no intervalo entre 4,0% e 9,0%. Conforme ilustrado na Figura 5, os limites normativos estão demonstrados pelos alinhamentos chamados limite superior e inferior BBSG.

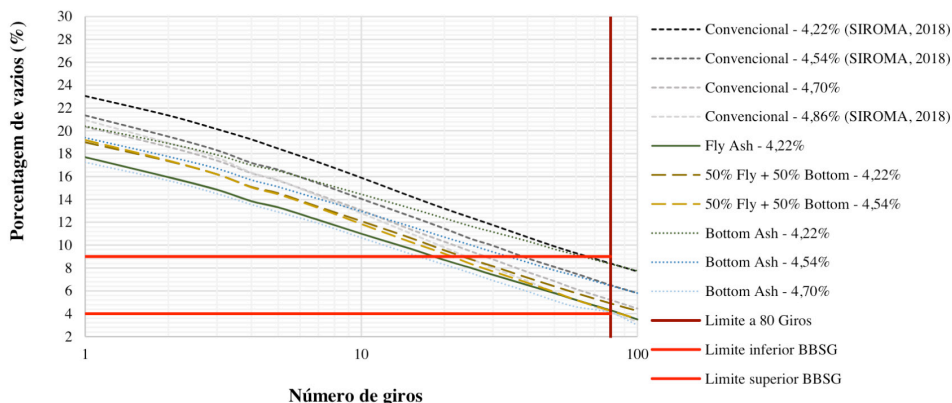


Figura 5: Resultados dos ensaios de PCG.

Observados os limites normativos as misturas que não se enquadraram neste limite, apresentando teores inferiores ao valor mínimo determinado pela norma em 4%, essas amostras são consideradas reprovadas.

Esses resultados comprovam que as misturas asfálticas demonstrariam em campo uma habilidade de compactação indesejada, ou seja, com uma precoce diminuição excessiva dos vazios, situação que poderia desencadear o potencial surgimento de deformação permanente e até mesmo de exsudação no campo.

Em análise a Figura 5, é possível constatar que a morfologia e a textura dos granulares têm uma forte influência na habilidade de compactação das misturas betuminosas. Observando que os materiais graníticos possuem características herdadas pela rocha mãe e que podem ser um pouco modificadas pelas técnicas de britagem, as mesmas apresentam um formato predominante subangular e superfície áspera ou rugosa, favorecendo o intertravamento granular, resultando em misturas asfálticas mais estáveis.

Analisando as características mineralógicas das cinzas testadas, observa-se de uma forma geral, que as cinzas Fly ash são constituídas predominantemente de material vítreo de natureza sílico aluminosa e em menor proporção de compostos cristalizados. Essa morfologia das partículas, conforme mencionado por Rohde *et al.* (2006), varia de acordo com as condições de queima, portanto as cinzas volantes provenientes da combustão de carvão pulverizado contêm predominantemente partículas esféricas com pequenas quantidades de cenosferas e de partículas irregulares conforme já observado em na caracterização das cinzas, conferindo a essas misturas uma maior densificação.

Quanto às cinzas Bottom ash, são constituídas por uma fase vítrea silico-aluminosa e associadas a Carbono na fase amorfa. As características morfológicas são apresentadas em quatro tipos principais, de acordo com Rohde (2006): partículas transparentes arredondadas e irregulares, partículas opacas angulosas a subangulosas e, finalmente, de formas esféricas. Essas características, quando comparadas à morfologia das cinzas Fly ash, justificam o comportamento dessas misturas apresentando um melhor embricamento dos granulares, resultando em um maior volume de vazios.

A sensibilidade elevada comprova a importância que a interação entre os granulares exerce no comportamento das misturas asfálticas, pois ao se analisar a mesma adição de teor de ligante entre amostras com adição de cinzas e as misturas convencionais, notou-se uma formação menor dos teores de vazios para as primeiras, corroborando os resultados de caracterização morfológica já apresentada. Ainda em análise a Figura 5, fica evidente que o aumento do teor de ligante ocasiona maior compacidade das misturas asfálticas, o que é justificado pelo aumento da lubrificação gerada entre os granulares pelo acréscimo de ligante, resultando em maior acomodação das partículas.

Após a conclusão dos ensaios de PCG, foi avaliada a resistência à sensibilidade à água das misturas asfálticas. A Figura 6 traz os resultados obtidos nos ensaios.

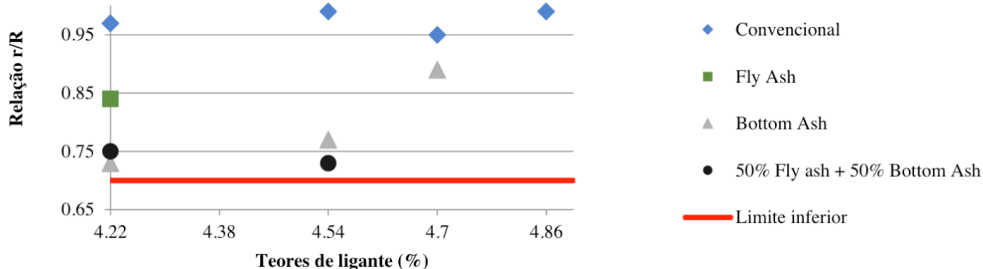


Figura 6: Resultados dos ensaios de Duriez.

Analisando os resultados obtidos, tem-se que todos os teores das misturas estudadas foram aprovados, demonstrando uma média superior ao valor mínimo adotado pela norma. Conclui-se, então, que as misturas estudadas não apresentaram uma redução superior a 30% da resistência à compressão simples.

No entanto, é importante ressaltar que novamente a morfologia das frações granulares foi decisiva nos resultados apresentados, agora na relação r/R , pois quimicamente ambas as matrizes gnáissicas e das cinzas são eletronegativas, com majoritária presença de sílica, não contribuindo em ambos os casos para uma boa resistência à ação deletéria da água. Assim, tem-se que a predominância da textura superficial rugosa e da forma subangular dos granulares gnáissicos permite melhor resistência aos esforços de cisalhamento gerados durante o processo de ruptura dos corpos de prova, em relação à condição textural superficial parcialmente lisa e macrotextural arredondada das partículas das cinzas estudadas, pois mesmo a dureza estimada dos grãos de cinza é equivalente à dos granulatos gnáissicos.

Reitera-se, portanto, a necessidade do uso de agentes melhoradores de adesividade na composição dos traços das misturas estudadas em condições práticas de utilização.

O ensaio subsequente realizado foi o ensaio de deformação permanente que consiste na avaliação da resistência das misturas asfálticas à formação de trilha de rodas. Este ensaio foi realizado nas misturas demonstradas na Figura 7, totalizando 20 placas moldadas, sendo duas para cada mistura estudada, as quais apresentaram resultados dentro das conformidades normativas nos ensaios que antecedem o nível 2 da metodologia francesa de formulação de misturas asfálticas. A Figura 7 ilustra um panorama geral das misturas asfálticas analisadas.

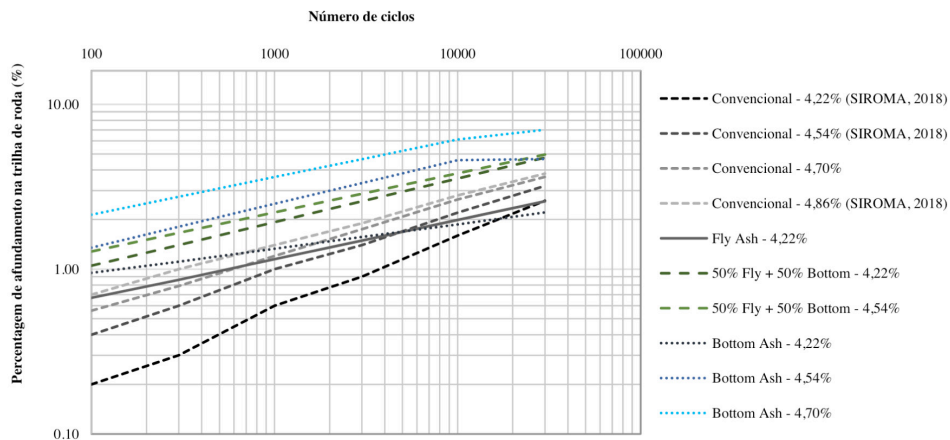


Figura 7: Resultados dos ensaios de Deformação permanente.

A mistura BBSG 0/14mm possui três classificações possíveis, determinada em função da percentagem de afundamento após 30.000 ciclos (AFNOR, 2007). De acordo com Barra *et al.*, (2010), as classes 2 e 3 são as que mais se assemelham ao contexto brasileiro, dependendo da região.

Analisando as misturas dosadas com o teor de 4,22% de ligante, tem-se que todas se enquadraram na classe 3, o que significa que possuem as melhores condições de resistência ao afundamento na trilha de roda para a categoria BBSG, isto é, abaixo de 5,0%. Ainda com base nos resultados demonstrados na Figura 7, é possível constatar também que quanto maior o teor de ligante asfáltico utilizado, maior será a deformação permanente encontrada na mistura asfáltica.

A partir dos gráficos apresentados, de forma geral, tem-se que os resultados encontrados se justificam de maneira semelhante às explicações para os resultados dos ensaios de PCG e Duriez, sendo que a morfologia e a rugosidade verificadas nas partículas das cinzas utilizadas nesse estudo indicam que este material não consegue fornecer o mesmo grau de intertravamento entre as partículas, quando comparadas aos granulares gnáissicos britados, tornando-se na maior parte das situações apresentadas menos resistente aos esforços de cisalhamento aplicados pela carga dinâmica constante aplicada a baixa frequência durante o ensaio.

No caso das misturas contendo cinzas 100% Fly e 100% Bottom, é possível observar que foram obtidos valores próximos ao da mistura convencional, pois como o teor de ligante empregado é baixo, demonstra não haver forte lubrificação das partículas de cinza, sobretudo nas mais arredondadas, prevalecendo o intertravamento propiciado pelas partículas com macrotextura subangular e microtextura rugosa, considerando a morfologia composta destes materiais, conforme análises microscópicas apresentadas. Em contrapartida, no que diz respeito à mistura 50% Fly + 50% Bottom, com o mesmo teor em

análise (4,22%), o percentual obtido foi superior às demais, em razão da maior concentração de partículas arredondadas, pois acumula contribuições das frações Fly e Bottom em uma mesma amostra, reduzindo a efetividade de intertravamento da composição, aumentando os níveis de deformação permanente.

O fato das misturas compostas com cinza apresentarem afundamentos ligeiramente menores que a mistura convencional, se deve à maior porosidade das frações de cinza em relação às de brita gnáissica, o que permite maior absorção de ligante, diminuindo sua atuação lubrificante na mistura, principalmente sobre as partículas arredondadas de cinza.

Todas as misturas se enquadram na classe 3, exceto a mistura com adição de 100% Bottom no teor de ligante de 4,70%, logo, estão aptas a serem utilizadas nas condições mais severas de tráfego em situações práticas. As mesmas considerações comparativas valem para as dosagens com 4,70% de ligante, observando a informação adicional de que o percentual obtido de 7,01% na trilha de roda para a mistura 100% Bottom a enquadra na classe 2, referente à metodologia francesa, ou seja, na faixa situada entre 5,00% e 7,50%, inferior à classe 3, mas apta a ser utilizada em situações de tráfego em ambiente climático com elevado gradiente térmico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados apresentados pela campanha experimental realizada, tem-se que os objetivos traçados para a pesquisa foram alcançados.

Nas caracterizações dos materiais no contexto eletroquímico, foi demonstrado que a condição predominantemente eletronegativa das matrizes gnáissicas e das cinzas silicosas não contribui para a formação de uma forte atração elétrica com o ligante hidrocarboneto, devido à formação de uma intensa fase amorfa, a qual impede não apenas uma boa adesividade do conjunto granular-betume, culminando na má resistência à ação deletéria da água, mas também ratifica o caráter inerte destes insumos nas misturas asfálticas, sem qualquer contribuição significativa nos parâmetros de rigidificação dos mástiques formados.

Em outra perspectiva, tem-se que as características físicas são determinantes na contribuição das matrizes supracitadas no comportamento mecânico das misturas asfálticas, tomando em conta que melhores foram os resultados em geral apresentados pelas curvas granulométricas compostas integralmente por partículas gnáissicas britadas, em razão de possuírem textura superficial rugosa e macrotextura subangular, em caráter regular. Enquanto as cinzas testadas apresentaram variabilidade nas suas composições, com parcial presença de superfícies lisas, elementos cenosféricos e macrotextura arredondada, prejudicando a formação de ângulos de atrito favoráveis ao embricamento global das partículas, que permitiriam resistir de maneira mais efetiva aos esforços de cisalhamento aplicados pelas cargas solicitantes, ainda que a dureza estimada de ambas as ocorrências tenha sido equivalente.

Assim, é possível inferir que o bom comportamento mecânico de um material, notadamente as misturas asfálticas, não está diretamente relacionado apenas à resistência física propriamente dita, mas também às variáveis de forma de suas matrizes granulares.

Outros sim cabem destacar que para a obtenção deste êxito com as matrizes de cinza utilizadas, cuidados imprescindíveis prévios à formulação das misturas asfálticas devem ser tomados em cada caso, como: análise minuciosa da distribuição granulométrica, avaliação acurada da morfologia das partículas, e, sobretudo, utilização de um percentual moderado do material na composição granulométrica das misturas, isto é, abaixo de 10%, no caso 6,0%, com o intuito de diminuir a potencialização da ocorrência do fenômeno da deformação permanente. Do contrário, os riscos assumidos de insucesso são muito grandes, devido às características morfológicas de suas ocorrências.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos e das análises efetuadas, é possível concluir que as matrizes estudadas de cinzas oriundas da queima do carvão mineral são viáveis tecnicamente para utilização em misturas asfálticas, abrindo-se inclusive a possibilidade de um mercado para a utilização em larga escala da Bottom Ash, atualmente sem destinação alguma aos serviços de beneficiamento de insumos, notadamente na região sul do Estado de Santa Catarina. Aonde a mesma pode se beneficiar mais diretamente pela proximidade com a fonte produtora destes insumos, compreendendo acesso fácil e com menores distâncias de transporte, desde que sejam tomados os devidos cuidados técnicos já mencionados.

AGRADECIMENTOS

Os Autores gostariam de agradecer à equipe do CTCL (Centro Tecnológico do Carvão Limpo), da SATC pela receptividade e pela parceria técnica realizada, o que possibilitou a execução dos estudos físico químicos desta pesquisa.

À equipe do Laboratório de Tecnologia em Pavimentação da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (LTP/EPUSP), pela disponibilização dos equipamentos aliada a uma receptividade única, auxílio e ensinamentos.

E aos professores envolvidos nesta pesquisa por todos os ensinamentos e contribuições.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). 2005. Atlas de energia elétrica do Brasil. Agência Nacional de Energia Elétrica.

Aquino, T. F.; Estevam S. T.; Corrêa G. R.; Marques C. R. M.; Melo A. R.; Marcelo R. R.; Pires M.; Hammerschmitt M.; Riella H. G. 2017. Síntese de zeólitas do tipo X a partir de cinzas volantes e de fundo de carvão mineral. V Congresso Brasileiro de Carvão Mineral.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 6560. 2016. Materiais Betuminosos - Determinação do Ponto de Amolecimento: Método do Anel e Bola. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

_____. NBR 7809. 2008. Agregados graúdo – Determinação do índice de forma pelo método do paquímetro – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 3 p.

Association Française de Normalisation (AFNOR). 2007. NFEN 13108-1, 2007. Mélanges bitumineux – Spécifications des matériaux, Partie 1 : Enrobés bitumineux. 56 p.

_____. NFP 98-250-2. 1991. Essais Relatifs aux Chaussées – Préparation des Mélanges Hydrocarbonés, Partie 2 : Compactage des Plaques.

_____. NF P 98-251-1. 1995. Préparation des Mélanges Hydrocarbonés : Essai de Duriez.

_____. NF P 98-252. 1999. Essai Relatifs aux Chaussées : Essai à La presse à cisaillement giratoire PCG. 15 p.

_____. NF P 98-253-1. 1993. Préparation des Mélanges Hydrocarbonés, Partie 1 : Essai d'Orniérage.

_____. NF P 98-261-1. 1993. Essais Relatifs aux Chaussées: Détermination de la Résistance en Fatigue des Mélanges Hydrocarbonés – Partie 1 : Essai par Flexion a Flèche Constante.

_____. NF P 98-261-2. 1992. Essai Relatifs aux chaussées, Mesure de se Caractéristiques Rhéologiques des Mélanges Hydrocarbonés – Partie 2 : Détermination du Module Complexe par Flexion Sinusoïdale.

_____. NF P 98 254-3. 1993. Mesure de Propriétés Liées à La Perméabilité des Matériaux des Mélanges Hydrocarbonés – Partie 3 :Essai au Drainomètre de Chantier.

_____. NF P 98 216-1. 1993. Mesure de Propriétés Liées à la Texture des Mélanges Hydrocarbonés : Essai de Mesure de la Hauteur au Sable.

_____. NF P 18-559. 2005. Mode Opératoire de la mesure de masse volumique de granulats.

_____. NF EN 12697-5. 2003. Mélanges Bitumineux, Méthodes d'Essai por Mélange Hydrocarboné à Chaud – Partie 5 : Masse Volumique Maximale (Masse Volumique Réelle) des Matériaux Bitumineux. Norme Européene.

Barra, B. S. 2009. Avaliação da ação da água no módulo complexo e na fadiga de misturas asfálticas densas. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 327 p.

Barra, B. S. Momm, L. Brosseaud, Y. Hornych, P. 2010. Diretrizes para a formulação e avaliação do comportamento mecânico de misturas asfálticas. Revista Pavimentação, Ano V, Associação Brasileira de Pavimentação (ABPV), v. 17, p. 38-58.

Bernucci, L. B. Motta, L. M. G. Ceratti, J. A. P. Soares, J. B. 2010. Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros. 1. ed. 3. reimpressão. Rio de Janeiro: PETROBRAS: Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfaltos (ABEDA), p. 504.

BP. 2019. Statistical Review of World Energy 2019 . 68th edition.

Brunauer, S.; Emmett, P.H.; Taylor, E. 1938. Adsorption of gases in multimolecular layers. Journal of the American Chemical Society. 60, 309-319.

Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). 1998. DNER – ME 035. Agregados – determinação da abrasão “Los Angeles”. Rio de Janeiro, 1998, 6 p.

_____. 1994. DNER – ME 078. Agregados graúdo – adesividade a ligante betuminoso. Rio de Janeiro, 1994, 3 p.

_____. 1998. DNER – ME 081. Agregados: Determinação da Absorção e da Densidade do Agregado Graúdo. Rio de Janeiro, 1998, 6 p.

_____. 1994. DNER – ME 089 Agregados – avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio. Rio de Janeiro, 6 p.

_____. 1998. DNER – ME 194. Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman. Rio de Janeiro, 4 p.

Eing, M. A. 2018. Análise da incorporação de cinza volante e pesada em dosagens de misturas asfálticas densas. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina. Joinville/SC.

Federal Highway Administration (FHWA). 2002. Superpave Asphalt Mixture Design Workshop. v. 8. Washington. U. S. Department of Transportation.

Laboratoire Central Des Ponts Et Chaussées (LCPC). 1976. Revêtement en béton de liants hydrocarbonés modifiés : Etude delaboratoire. Rapport de recherche LPC N°62. Paris : LCPC.

_____. 2014. Compactage des enrobes hydrocarbonés à chaud. Techniques et méthodes des laboratoires des ponts et chaussées. Paris: LCPC.

Leandro, R. P. 2005. Estudo laboratorial acerca da possibilidade de aproveitamento da cinza pesada de termelétrica em bases e sub-bases de pavimentos flexíveis. 2005. 170f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo. São Paulo.

Mallmann, J. E. C. 1996. Estabilização pozolânica de cinzas volantes e pesada com cal dolomítica hidratada e areia, curadas pelos processos de autoclavagem e câmara à temperatura constante. Dissertação, UFRGS, Porto Alegre, 164p.

Meurer, P. 2015. Caracterização de materiais rochosos do norte de Santa Catarina para fins de aplicação em obras de pavimentação. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina. Joinville/SC. 92p.

Pasquet, A. 1968. Campagne Nationale de Glissance 1967 en France, in Colloque International sur La Glissance et la Sécurité de la Circulation sur Routes Mouillées, Berlin, pp. 717-732.

Pozzobon, C.E. 1999. Aplicações tecnológicas para cinza do carvão mineral produzida no Complexo Termelétrico Jorge Lacerda. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Rhode, G. M.; Zwonok, O.; Chies, F.; Silva, 2006. N.I.W. Cinzas de carvão fóssil no Brasil – Aspectos técnicos e ambientais. vol.1 Porto Alegre: CIENTEC.

Rhode, E, G. M. 2016. Quantificação das cinzas de carvão fóssil produzidas no Brasil. Boletim técnico 36. Porto Alegre: CIENTEC.

Santana, H. 1992. Manual de Pré-Misturados a Frio. Instituto Brasileiro de Petróleo (IBP) - 1ª Edição. Rio de Janeiro (RJ).

Sarbak, Z; Stanczyk, A. Kramer-Wachowiack, M. 2004.Characterization of surface properties of various fly ashes.Powder technology., v.145, p.82-87.

Siroma, R. S. 2018. Avaliação da deformação permanente em misturas asfálticas densas formuladas com areia descartada de fundição (ADF). Dissertação. 196 p.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorção 83, 123, 124, 125, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 135

Agricultura 3, 46, 145, 146, 147, 168, 169, 180

Alecrim 136, 138, 139, 140, 142, 143

Apis mellifera 151, 165, 166, 168, 169, 170, 171

Área de Preservação Permanente 26, 27, 33

B

Biomassa 44, 46, 47, 49, 51, 52, 112, 113, 125, 127, 134

Bioquímica 144, 155

Biválvulas 1

C

Carcaças 54, 55, 56, 60

Casca de Arroz 47, 123, 125, 126, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 135

Cinza de Casca de Arroz 123, 126, 134, 135

Cinzas de Carvão Mineral 75

Cocos núcifera L. 95

Compostagem 114, 115, 116, 117, 118, 121, 122, 127

Conservação da Biodiversidade 24, 32, 43

Contaminação Ambiental 1, 4, 147, 156

D

Defensivos Agrícolas 164, 165, 168

Degradação do Solo 194

E

Escherichia coli 11, 55, 56, 60

F

Fragmentação Florestal 24, 34

G

Geoprocessamento 172, 173, 180, 182, 192, 193, 207

I

Impactos Ambientais 24, 25, 26, 27, 29, 32, 33, 42, 45, 77, 124, 183

Inoculantes 114, 116, 117, 118, 119, 121

Insetos 28, 136, 137, 146, 147, 148, 149, 150, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 161, 168, 169, 170

M

Marcadores Moleculares 63, 65, 69, 70, 72

Marisqueiras 1, 2, 3, 4, 5, 7, 12, 18, 20, 22

Material Lignocelulósico 44

Meio Ambiente 9, 3, 20, 33, 34, 43, 44, 45, 46, 76, 77, 114, 115, 121, 136, 137, 138, 143, 147, 194

Microbacia 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192

Misturas Asfálticas Densas 75, 77, 92, 93, 94

O

Óleo Essencial 136, 138, 139, 140, 142, 152, 157, 159

P

Paracetamol 123, 124, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135

Polinizadores 165, 168, 169

Puccinia Triticina 63, 64, 71, 73

R

Reator Biológico 114

Recuperação Ambiental 31, 33, 42

Repelente Natural 136, 142

Resíduos Orgânicos 46, 114, 115, 121

S

Salmonella sp. 55, 57, 60

Sedimentos 1, 4, 5, 7, 9, 17, 18, 20, 21, 22, 29, 206

Sistema de Informação Geográfica 182

Suíno 55

T

Translocações Cromossômicas 63, 66, 67

Triticum aestivum 63, 64, 72, 73, 74

U

Uso do Solo 172, 173, 178, 179, 182, 185, 189, 191, 192, 195

Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2021

Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

**Atena**
Editora

Ano 2021