

A close-up photograph of a person's hand holding a thin, brown branch with several vibrant green leaves. The background is a soft-focus forest scene with sunlight filtering through the trees, creating a bokeh effect of bright, circular light spots. The overall mood is natural and serene.

Meio ambiente:

Preservação, saúde e sobrevivência

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2021



Meio ambiente:

Preservação, saúde e sobrevivência

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

 **Atena**
Editora

Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes editoriais

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da capa

iStock

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.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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

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

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

Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
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
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
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. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
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 Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
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 da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
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 Miranilde 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

Meio ambiente: preservação, saúde e sobrevivência

Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M514 Meio ambiente: preservação, saúde e sobrevivência /
Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. -
Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-338-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.382213007>

1. Meio ambiente. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da
Silva (Organizador). II. 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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

APRESENTAÇÃO

O e-book: “Meio Ambiente: Preservação, Saúde e Sobrevivência” constituída por vinte e cinco capítulos de livros que foram organizados e divididos em quatro grupos: *i)* educação ambiental no contexto do ensino e da extensão; *ii)* gestão e gerenciamento de resíduos sólidos; *iii)* saneamento e ecossistemas e *iv)* outros temas de grande relevância. Entretanto, tais grupos convergem-se para uma mesma problemática: o uso sustentável do meio ambiente e de seus recursos naturais com o intuito de possibilitar uma melhor qualidade de vida para a atual e futuras gerações.

A educação ambiental no contexto do ensino e da extensão é composta por seis trabalhos que tratam desta temática que se inicia nos primeiros anos da educação; passa pelo ensino médio por intermédio do ensino de química e alcança o ensino superior em cursos de graduação que possuem aulas práticas em laboratórios e que podem ocasionar a geração de grande quantidade de resíduos químicos, sendo necessária a adoção de novas metodologias que minimizem a geração de tais resíduos. Por fim alcança o segmento da extensão universitária que trabalha sob a perspectiva do projeto Canindé e o desenvolvimento e aplicação do conceito de sustentabilidade.

A geração de resíduos sólidos é um problema “crônico” presente na sociedade atual e que demonstra seus efeitos colaterais a curto, médio e longo prazo. Os resíduos sólidos se encontram em todos os segmentos da sociedade e que neste e-book está sendo apresentado por quatro trabalhos que tratam dos resíduos sólidos gerados nos domicílios, nos estabelecimentos comerciais com atenção a supermercados, redes varejistas e serviços de saúde, que juntamente com resíduos provenientes de outros setores, acabam por influenciar no volume de resíduos que são dispostos em lixões e/ou aterros sanitários e que geram enormes custos tanto na saúde pública, quanto na manutenção de áreas para descarte dos resíduos sólidos.

Diante dos maus hábitos da população decorrentes de uma má ou falta de uma educação e consciência ambiental associada e estimulada por uma cultura e indústria que geram maior volume de resíduos sólidos que são, em grande parte, dispostos de forma incorreta ou em locais impróprios, ocasionando sérios problemas de saneamento que afetam diferentes ecossistemas e toda a sua biodiversidade de organismos vivos.

A quarta sessão é composta por dez capítulos de livro que tratam de variados temas, entre os quais: *i)* risco de contaminação de águas com resíduos de agrotóxicos; *ii)* o uso de fertilizantes nitrogenados em lavouras de café; *iii)* questões socioeconômicas em atividades rurais; *iv)* coleta de serapilheira; *v)* monitoramento e vazão de nascentes; *vi)* erosão hídrica; *vii)* a mineração em Minas Gerais; *viii)* a atuação do poder judiciário em relação as questões ambientais e *ix)* plantas ornamentais tóxicas e as utilizadas na alimentação.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando, buscando, estimulando e incentivando cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros e capítulos de livros.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

EDUCAÇÃO AMBIENTAL NOS ANOS INICIAIS: REFLEXÕES E POSSIBILIDADES METODOLÓGICAS

Maria da Conceição Almeida de Albuquerque

Roberto Carlos da Silva Soares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3822130071>

CAPÍTULO 2..... 21

A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO DE QUÍMICA: UTILIZAÇÃO DE UMA OFICINA DE POLÍMEROS COMO RECURSO FACILITADOR NA APRENDIZAGEM

Douglas de Oliveira Pantoja

Rhian Barroso Garcia

Fabricao Carvalho Nogueira

Karolina Ribeiro dos Santos

Maria Dulcimar de Brito Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3822130072>

CAPÍTULO 3..... 29

NATUREZA EM FOCO: EXPERIÊNCIAS LÚDICAS DE APRENDIZAGENS

Cristiane Santana de Arruda

Mônica de Almeida Ribas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3822130073>

CAPÍTULO 4..... 36

CANINDÉ: UM PROJETO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA FOCADA NO MEIO AMBIENTE

Rebecca Perin Sarmiento

Kálita Oliveira Lisboa

Beatriz Chaveiro do Carmo

Gustavo Felipe Assunção

Isabela Perin Sarmiento

Davi Borges de Carvalho

Ana Clara Hajjar

Eliabe Roriz Silva

Josana de Castro Peixoto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3822130074>

CAPÍTULO 5..... 43

INFLUÊNCIA DO PLANEJAMENTO DE AULAS EXPERIMENTAIS NA MINIMIZAÇÃO DE RESÍDUOS QUÍMICOS

Mayane Sousa Carvalho

Maria do Socorro Nahuz Lourenço

Jonathan dos Santos Viana

Vera Lúcia Neves Dias Nunes

Alana da Conceição Brito Coelho

Alice Natália Sousa da Silva

Anna Karolyne Lages Leal
Danielle Andréa Pereira Cozzani Campos
Davi Souza Ferreira
Railson Madeira Silva
Raissa Soares Penha Ferreira
Ricardo Santos Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3822130075>

CAPÍTULO 6..... 52

EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA E SUSTENTABILIDADE

Consuelo Salvaterra Magalhães

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3822130076>

CAPÍTULO 7..... 64

ESTUDO SOBRE A GESTÃO E O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES NO MUNICÍPIO DE SUZANO-SP

Elcio Assis Cardoso Junior

Evandro Roberto Tagliaferro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3822130077>

CAPÍTULO 8..... 85

PROPOSTA DE UM PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS SUSTENTÁVEL PARA UM ESTABELECIMENTO COMERCIAL VAREJISTA

Renata Farias Oliveira

Ana Roberta Fragoso

Nádia Teresinha Schröder

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3822130078>

CAPÍTULO 9..... 102

GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE UM SUPERMERCADO: ETAPA DO DIAGNÓSTICO

Renata Farias Oliveira

Ana Roberta Fragoso

Nádia Teresinha Schröder

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3822130079>

CAPÍTULO 10..... 120

GRAVIMETRIA DOS RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE - RSS REALIZADO EM UMA INSTITUIÇÃO DE SAÚDE DE RIBEIRÃO PRETO – SP COMO PROJETO INTEGRADOR DOS ALUNOS DO CURSO TÉCNICO EM MEIO AMBIENTE

Marcia Vilma Gonçalves de Moraes

Roseanne Elis Falconi Guerrieri

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.38221300710>

CAPÍTULO 11..... 126

ANÁLISE DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL E SEUS IMPACTOS EM RELAÇÃO À SAÚDE

André Vieira Jordão
Marcus Antonius da Costa Nunes
Evan Pereira Barreto
Tasmânia da Silva Oliveira Mantiole
Eliane Maria Ferreira Moreira
Gilberto Freire Rangel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.38221300711>

CAPÍTULO 12..... 139

PROPOSTA DE RECUPERAÇÃO DE MATA CILIAR AS MARGENS DO RIO VERMELHO – ÁREA URBANA DO DISTRITO DE RIO VERMELHO – MUNICÍPIO DE XINGUARA / PA

Ozaíde Farias Serrão
Silvana do Socorro Carvalho Veloso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.38221300712>

CAPÍTULO 13..... 148

SISTEMA ALTERNATIVO PARA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA FLUVIAL NO “IGARAPÉ DA CIDADE” EM PORTO VELHO - RONDÔNIA

Gustavo da Costa Leal
Beatriz Machado Gomes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.38221300713>

CAPÍTULO 14..... 165

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PROVIDOS POR SISTEMAS DE BIORRETENÇÃO PARA O ECOSSISTEMA URBANO

Elisa Ferreira Pacheco
Ana Luiza Dias Farias
Larissa Thainá Schmitt Azevedo
Alexandra Rodrigues Finotti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.38221300714>

CAPÍTULO 15..... 179

USO DE SIRFÍDEOS (DIPTERA: SYRPHIDAE) COMO CONTROLE BIOLÓGICO DE AFÍDEOS (HEMIPTERA: APHIDIDAE) NA AGRICULTURA BRASILEIRA

Ana Cristina Rodrigues da Cruz
Michellen Maria Gomes Resende
Amanda Amaral de Oliveira
Eleuza Rodrigues Machado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.38221300715>

CAPÍTULO 16..... 199

AVALIAÇÃO DO RISCO DE CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS POR AGROTÓXICOS NO BRASIL

Amanda Luíza de Grandi

Caroline Müller

Paulo Afonso Hartmann

Marília Teresinha Hartmann

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.38221300716>

CAPÍTULO 17..... 212

ESTIMATIVA DA EMISSÃO DE CARBONO E SEUS EQUIVALENTES EM LAVOURAS CAFEZEIRAS PRODUTIVAS DO IFSULDEMINAS - CAMPUS MUZAMBINHO: ESTUDO DE CASO NO USO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS E CORRETIVOS

Letícia Aparecida da Silva Miguel

Geraldo Gomes de Oliveira Júnior

Daniela Ferreira Cardoso

Luciana Maria Vieira Lopes

Lucas Eduardo de Oliveira Aparecido

Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.38221300717>

CAPÍTULO 18..... 220

ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS NA ATIVIDADE RURAL EM UMA MICRO-BACIA HIDROGRÁFICA

Myriam Angélica Dornelas

Anderson Alves Santos

Luís Cláudio Davide

José Luiz Pereira de Rezende

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.38221300718>

CAPÍTULO 19..... 238

MÉTODOS UTILIZADOS PARA COLETA DE SERAPILHEIRA NO PARÁ: 40 ANOS DE PESQUISA CIENTÍFICA

Julia Isabella de Matos Rodrigues

Walmer Bruno Rocha Martins

Myriam Suelen da Silva Wanzerley

Tirza Teixeira Brito

Helio Brito dos Santos Junior

Felipe Cardoso de Menezes

Francisco de Assis Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.38221300719>

CAPÍTULO 20..... 248

MONITORAMENTO DE VAZÃO DE NASCENTES EM PROPRIEDADES RURAIS DE PRESIDENTE DUTRA-MA

Daniel Fernandes Rodrigues Barroso

Amanda Feitosa Sousa

Luís Fernando de Oliveira Sousa
Iberê Pereira Parente
Adeval Alexandre Cavalcante Neto
Teresa Cristina Ferreira da Silva Gondim
Emilly Evelyn dos Santos Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.38221300720>

CAPÍTULO 21.....260

EROSÃO HÍDRICA EM ESTRADA FLORESTAL SEM REVESTIMENTO DO LEITO NA REGIÃO SERRANA DE SANTA CATARINA

Helen Michels Dacoregio
Jean Alberto Sampietro
Oiéler Felipe Vargas
Marcelo Bonazza
Natali de Oliveira Pitz
Alexandre Baumel dos Santos
Gregory Kruker
Juliano Muniz da Silva dos Santos
Leonardo Poleza Lemos
Carla Melita da Silva
Milena Hardt
Natalia Letícia da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.38221300721>

CAPÍTULO 22.....273

MINERAÇÃO EM MINAS GERAIS, HISTÓRIA, TRAGÉDIAS E RUMOS

Cláudio Mesquita
Juliana Fonseca de Oliveira Mesquita
Gustavo Augusto Lacorte

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.38221300722>

CAPÍTULO 23.....293

PODER JUDICIÁRIO E MEIO AMBIENTE: O TRIBUNAL DE JUSTIÇA DE GOIÁS E SUAS PRÁTICAS AMBIENTALMENTE SUSTENTÁVEIS

Fernando Antonio de Souza Ferreira
Júlio Cesar Meira
Mariana Luize Ferreira Mamede
Cristiana Paula Vinhal
Rossana Ferreira Magalhães
Kennia Rodrigues Tassaró
Rayza Correa Alves Gonçalves
Letícia Cristina Alves de Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.38221300723>

CAPÍTULO 24.....	301
PLANTAS TÓXICAS ORNAMENTAIS NAS ESCOLAS DO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS-ES	
Gabriela de Souza Fontes	
Leticia Elias	
Marcos Roberto Furlan	
Elisa Mitsuko Aoyama	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.38221300724	
CAPÍTULO 25.....	311
PROMOVENDO TRANSFORMAÇÕES ATRAVÉS DA DIVULGAÇÃO DE PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS EM UMA ESCOLA DA BAIXADA FLUMINENSE	
Sandra Maíza dos Santos	
Vânia Lúcia de Pádua	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.38221300725	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	324
ÍNDICE REMISSIVO.....	325

AVALIAÇÃO DO RISCO DE CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS POR AGROTÓXICOS NO BRASIL

Data de aceite: 21/07/2021

Data de submissão: 24/06/2021

Amanda Luíza de Grandi

Laboratório de Ecologia e Conservação
Universidade Federal da Fronteira Sul Erechim
– RS

Caroline Müller

Laboratório de Ecologia e Conservação
Universidade Federal da Fronteira Sul Erechim
– RS
<https://orcid.org/0000-0003-0507-9355>

Paulo Afonso Hartmann

Laboratório de Ecologia e Conservação
Universidade Federal da Fronteira Sul Erechim
– RS
<https://orcid.org/0000-0003-1417-0409>

Marília Teresinha Hartmann

Laboratório de Ecologia e Conservação
Universidade Federal da Fronteira Sul Erechim
– RS
<https://orcid.org/0000-0002-2473-1276>

RESUMO: O aumento na demanda por alimentos no último século favoreceu o uso intensivo de agrotóxicos no setor agrícola, o que se tornou um fator de risco à contaminação de águas superficiais e subterrâneas. Visto o alto custo e a complexidade de análises de monitoramento de qualidade destas águas, faz-se necessário o uso de métodos alternativos para a análise do risco de contaminação dos agrotóxicos.

Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o risco de contaminação de águas superficiais e subterrâneas para os agrotóxicos mais vendidos no Brasil. As análises foram realizadas utilizando as propriedades físico-químicas dos agrotóxicos em estudo a partir dos índices numéricos obtidos pelos métodos de GUS e LEACH. Dos 24 agrotóxicos analisados, 18 agrotóxicos tiveram risco de contaminação de águas superficiais e subterrâneas, dentre os quais dez (picloram, atrazina, metribuzim, 2,4-D, diurom, ametrina, carbendazim, glifosato, acefato e dicloreto de paraquate) possuem limites de concentrações máximas em água estabelecidas pela legislação local. Observou-se alto risco de contaminação para o picloram, tebutiurum, imidacloprido, atrazina e tiofanato-metilico; além de se recomendar cuidados com o uso excessivo de glifosato e 2,4-D que, apesar de apresentarem médio risco, são os mais vendidos.

PALAVRAS - CHAVE: ingrediente ativo, pesticida, contaminação, recursos hídricos.

ASSESSMENT OF THE RISK OF CONTAMINATION OF SURFACE AND UNDERGROUND WATER BY PESTICIDES IN BRAZIL

ABSTRACT: The demand for food favored the intensive use of pesticides in the agricultural sector, which has become a risk factor for contamination of surface and groundwater. Given the high cost and complexity of analyzes monitoring the water quality, it is necessary to use alternative methods to analyze the potential of pesticides for contamination. Thus, the aim of this study was to assess the risk of contamination

of surface and underground waters for the pesticides most sold in Brazil. Analyzes were performed using the physicochemical properties of pesticides under study from the numerical indices obtained by the GUS and LEACH methods. Of the 24 pesticides analyzed, 18 pesticides had potential risk of contamination of surface and groundwater, among which ten of them (picloram, atrazine, metribuzim, 2,4-D, diuron, ametrine, carbendazim, glyphosate, acephate and dichloride paraquat) have limits of maximum concentrations in water established by local legislation. A high potential for contamination was observed for picloram, tebutyuron, imidacloprid, atrazine and thiophanate-methyl; however, we recommend caution with the excessive use of glyphosate and 2,4-D which, despite presenting medium risk, are the most sold.

KEYWORDS: active ingredient, pesticide, contamination, water resources.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil, um país historicamente agroexportador, tem uma legislação que pode ser considerada flexível em relação ao uso de agrotóxico se comparado aos países europeus (FREITAS; REGINO, 2020). Em função desta flexibilidade, e da grande área de produção agrícola, o Brasil é, desde 2008, o maior consumidor mundial de agrotóxicos, notadamente herbicidas e inseticidas (PIGNATI *et al.*, 2017; RIBEIRO *et al.*, 2019). Com o uso de agrotóxicos em larga escala, principalmente nos sistemas de cultivo de monoculturas (POZZETTI; SANTOS; MICHILES, 2019; SOUSA; GORRI, 2019), surge a necessidade de regulamentar do uso destas substâncias. No entanto, a flexibilidade atual na legislação, ou até mesmo a falta de legislação abrangendo todos os agrotóxicos autorizados no Brasil, colabora para o uso descontrolado e excessivo, podendo causar contaminação da água e do solo (CARNEIRO *et al.*, 2015).

Os agrotóxicos são substâncias sintéticas que tem por finalidade atingir e eliminar organismos alvo (GILSON *et al.*, 2020), mas, ao mesmo tempo, podem atingir organismos não alvo e causar expressivos impactos ambientais (MONTAGNER *et al.*, 2019). Em algumas situações menos de 0,1% do produto aplicado atinge o organismo alvo, e os 99,9% restantes podem alcançar outros compartimentos ambientais, como os recursos hídricos (SABIK; JEANNOT; RONDEAU, 2000). Durante a pulverização os pesticidas podem ser transportados pelo vento. Na aplicação no solo, podem lixiviar com o escoamento da água pluvial e atingir mananciais superficiais e subterrâneos (PALMA; LOURENCETTI, 2011).

Os agrotóxicos são classificados de acordo com a sua classe química, mecanismo de ação e quanto ao seu grau toxicológico (MENDES *et al.*, 2019). De acordo com a toxicidade, os agrotóxicos são classificados em 5 categorias que abrangem desde produtos extremamente tóxicos a produtos não classificados (ANVISA, 2019). Avaliar os efeitos dos agrotóxicos nos seres vivos e no ambiente é uma tarefa complexa, pois ao longo do cultivo os agrotóxicos podem ser utilizados isoladamente ou em misturas (GILSON *et al.*, 2020).

Para evitar a contaminação da água destinada ao consumo humano, o Ministério da Saúde (Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011) e o Conselho Nacional do Meio

Ambiente (Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008), dispõem sobre os procedimentos de controle da qualidade da água e de seu padrão de potabilidade, e incluem 27 e 29 agrotóxicos, respectivamente, sendo 20 em comum. Mais recentemente foi publicada a portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021, que apresenta os limites permitidos para 41 pesticidas, porém distante ainda dos 497 agrotóxicos liberados no Brasil (ANVISA, 2021). Como consequência, águas consideradas potáveis legalmente, podem estar contaminadas, em função da ausência de regramentos (SOARES; SOUZA, 2020). Assim, identificar e avaliar o risco de contaminação dos agrotóxicos ao ambiente e à saúde humana são ações imprescindíveis para o controlar e prever o comportamento destas substâncias no meio (ISMAEL; ROCHA, 2019).

A análise do risco de contaminação das águas pode ser feita a partir da estrutura química do agrotóxico, uma vez que esta determina a mobilidade e a degradabilidade do componente no meio (ANDRADE *et al.*, 2011). Existem modelos matemáticos simplificados capazes de prever o comportamento dos pesticidas no ambiente, prever o risco de contaminação e a mobilidade da substância nas águas superficiais e subterrâneas (RIBEIRO *et al.*, 2019). Estes modelos são alternativas rápidas e economicamente viáveis para o monitoramento da qualidade das águas, como uma avaliação ambiental complementar (RIBEIRO *et al.*, 2019). Dois modelos matemáticos para avaliação de risco de contaminação das águas pelo potencial de lixiviação dos agrotóxicos são: o índice de vulnerabilidade de águas subterrâneas *Groundwater Ubiquity Score* (GUS) e o índice de lixiviação *Leaching Index* (LEACH), para águas superficiais e subterrâneas (ARMAS *et al.*, 2005).

Dentro deste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o risco de contaminação de águas superficiais e subterrâneas pelos agrotóxicos mais vendidos no Brasil no período de 2015 a 2019, a partir dos índices de GUS e de LEACH.

2 | METODOLOGIA

Para a seleção dos ingredientes ativos (IA), foi consultado o banco de dados do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2021) onde constam informações sobre os registros de agrotóxicos no país. Foram selecionados os boletins anuais de um período de cinco anos (2015, 2016, 2017, 2018 e 2019).

De cada boletim, foi selecionada a planilha intitulada “Venda de ingrediente ativo por UF”, que apresenta: toneladas de IA vendidos no ano para cada unidade de federação (UF), toneladas de IA vendidos no ano sem identificação de UF e ainda o total de toneladas de IA vendidos no país. Deste total, foram selecionados os 20 IA mais vendidos em cada ano do período analisado. Todos estes dados de vendas foram reunidos em uma única planilha do *software* Excel, a partir da qual gerou-se uma tabela dinâmica de onde foi obtido um total de 24 IA de produtos agrotóxicos, para o período em estudo (2015 a 2019).

As propriedades físico-químicas dos agrotóxicos, necessárias para o cálculo dos índices, foram encontradas na base de dados de acesso livre *Pesticide Properties DataBase* (PPDB) desenvolvida pela Universidade de Hertfordshire, da Inglaterra; por meio da base de dados de acesso livre PubChem da *National Institutes of Health* (NIH), que faz parte do Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos Estados Unidos da América; e por meio de revisão bibliográfica de trabalhos anteriores (EFSA, 2013; SOARES; FARIA; ROSA, 2017; MARQUES *et al.*, 2019).

O índice de GUS foi calculado para cada IA conforme a equação 1:

$$\text{GUS} = \log_{10}(t_{1/2}) \cdot (4 - \log_{10} K_{oc}) \quad [1]$$

onde $t_{1/2}$ é o tempo de meia-vida da substância no solo, em dias; e o K_{oc} é o coeficiente de partição entre o carbono orgânico e a água do solo, em l/kg (ARMAS *et al.*, 2005).

Segundo o modelo utilizando o índice GUS, os IA analisados são classificados de acordo com o potencial de lixiviação para as águas subterrâneas. Se o valor de GUS for menor que 1,8, o agrotóxico não sofre lixiviação (NL), se ficar entre 1,8 e 2,8, está na faixa de transição (T) e se for maior que 2,8, é provável lixiviação (L) (RIBEIRO *et al.*, 2019).

O índice de LEACH foi calculado conforme a equação 2:

$$\text{LEACH} = (W_s \cdot t_{1/2}) / (V_p \cdot K_{oc}) \quad [2]$$

onde W_s é a solubilidade da substância em água, expressa em mg/l, e V_p é a pressão de vapor, em Mpa (ARMAS *et al.*, 2005).

O índice LEACH permite classificar os produtos a partir do risco de contaminação para as águas superficiais e subterrâneas. Se o valor de LEACH for menor que 3, o risco é baixo, se o valor estiver entre 3 e 7, o risco é médio, e se for maior que 7, o risco é alto (RIBEIRO *et al.*, 2019).

Para o índice de LEACH, os valores foram expressos em escala logarítmica, seguindo estudos anteriores (ARMAS *et al.* 2005), para uma melhor comparação com o índice de GUS e para o enquadramento da classificação proposta por Ribeiro *et al.* (2019).

Para ambos os índices, as propriedades físico-químicas dos agrotóxicos possuem a mesma interpretação. A solubilidade é um parâmetro importante para a determinação do comportamento do agrotóxico no meio, porque mostra a tendência de escoamento do composto no solo (OLIVEIRA *et al.*, 2017). O tempo de meia-vida está relacionado com a capacidade de permanência de um composto no meio, é o tempo necessário para que pelo menos 50% da quantidade total de agrotóxico aplicada, se dissipe (SILVA; VIVIAN; OLIVEIRA JR, 2007). Já o coeficiente de partição entre o carbono orgânico e a água do solo (K_{oc}), indica a capacidade de lixiviação do agrotóxico (BRITTO *et al.*, 2015).

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os 24 agrotóxicos obtidos através da análise dos dados disponíveis nos boletins anuais do IBAMA, a categoria de uso e o total de toneladas de IA vendido no período.

Lista	Ingrediente Ativo	Categoria de uso	Toneladas vendidas (2015 - 2019)
1º	Glifosato	Herbicida	965347,12
2º	2,4-D	Herbicida	260125,18
3º	Mancozebe	Fungicida	175334,99
4º	Atrazina	Herbicida	124444,79
5º	Acefato	Inseticida	124330,29
6º	Dicloreto de paraquate	Herbicida	63529,29
7º	Imidacloprido	Inseticida	46307,76
8º	Clorpirifós	Inseticida	40915,20
9º	Enxofre	Fungicida	39210,67
10º	Clorotalonil	Fungicida	36338,86
11º	Oxicloreto de cobre	Fungicida	35317,14
12º	Malationa	Inseticida	32439,50
13º	Diurrom	Herbicida	28223,17
14º	Metomil	Inseticida	22654,14
15º	Clomazona	Herbicida	21773,90
16º	Carbendazim	Fungicida	17318,07
17º	Ametrina	Herbicida	14738,13
18º	Tebutiurrom	Herbicida	12525,24
19º	Tiofanato-metílico	Fungicida	10386,52
20º	Cletodim	Herbicida	5854,12
21º	Tetraconazol	Fungicida	4477,19
22º	Picloram	Herbicida	3827,47
23º	Azoxistrobina	Fungicida	3643,02
24º	Metribuzim	Herbicida	3586,03

Tabela 1. Lista dos ingredientes ativos de produtos agrotóxicos mais vendidos, em toneladas, de 2015 a 2019 e respectiva categoria de uso, a partir de dados dos relatórios de Comercialização de Agrotóxicos do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA).

Convém destacar que as empresas detentoras de registros de agrotóxicos entregam os relatórios de comercialização contendo a marca comercial do produto. Aqui são apresentados os dados de comercialização por IA, conforme proteção prevista no Artigo 2 da Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996 (BRASIL, 1996), pois o IA é o agente impactante na

questão sanitária e ambiental (IBAMA, 2021).

As propriedades físico-químicas dos IA mais vendidos estão apresentadas na Tabela 2.

Ingrediente ativo	Grupo químico	W_s (mg/l)	V_p (Mpa)	$t_{1/2}$ (dias)	K_{oc} (l/kg)
Glifosato	Glicina ¹	10500 ²	0,031 ²	15 ²	1424 ²
2,4-D	Ácido fenoxi carboxílico ¹	24300 ²	0,009 ²	4,4 ²	39,3 ²
Mancozebe	Alquilenobis ¹	6,2 ²	0,013 ²	0,05 ²	998 ²
Atrazina	Triazina ¹	35 ²	0,039 ²	75 ²	100 ²
Acefato	Organofosforado ¹	790000 ²	0,026 ²	3 ²	302 ²
Dicloreto de paraquate	Bipirilídio ¹	620000 ²	0,01 ²	365 ²	100000 ²
Imidacloprido	Neonicotinoide ¹	610 ²	4x10 ⁻⁸	191 ²	2500 ³
Clorpirifós	Organofosforado ¹	1,05 ²	1,43 ²	386 ²	5509 ²
Enxofre	Inorgânico ¹	0,063 ²	0,098 ²	30 ²	1950 ²
Clorotalonil	Isoftalonitrila ¹	0,81 ²	0,076 ²	3,53 ²	2632 ²
Oxicloreto de cobre	Inorgânico ⁴	1,19 ²	0,00001 ²	10000 ²	50000 ⁴
Malationa	Organofosforado ¹	148 ²	3,1 ²	0,17 ²	1800 ²
Diurum	Ureia ¹	35,6 ²	0,00115 ²	146,6 ²	680 ²
Metomil	Carbamato ¹	55000 ²	0,72 ²	7 ²	72 ²
Clomazona	Isoxazolidinona ¹	1212 ²	27 ²	22,6 ²	300 ²
Carbendazim	Benzimidazol ¹	8 ²	0,09 ²	40 ²	400 ³
Ametrina	Triazina	200 ²	0,365 ²	37 ²	316 ²
Tebutiurum	Uréia ¹	2500 ²	0,27 ²	400 ²	80 ²
Tiofanato-metílico	Benzimidazol ¹	18,5 ²	0,5 ²	46,8 ²	210 ²
Cletodim	Oxima ciclohexadiona ¹	5450 ²	0,00208 ²	0,55 ²	3000 ²
Tetraconazol	Triazol ¹	156,6 ²	0,18 ²	61 ²	531 ⁵
Picloram	Ácido piridinocarboxílico ¹	560 ²	0,00008 ²	82,8 ²	13 ²
Azoxistrobina	Estrobirulina ¹	6,7 ²	1,12x10 ⁻⁷	78 ²	589 ²
Metribuzim	Triazinona ¹	10700 ²	0,121 ²	7,03 ²	60 ⁵

¹ANVISA, 2021; ²PPDB, 2021; ³SOARES; FARIAS; ROSA, 2017; ⁴EFSA, 2013; ⁵NIH, 2021.

Tabela 2. Propriedades físico-químicas dos ingredientes ativos dos agrotóxicos mais vendidos no Brasil de 2015 a 2019. Sendo: W_s – solubilidade da substância em água, à 20 °C; V_p - pressão de vapor; $t_{1/2}$ – tempo de meia-vida da substância no solo; K_{oc} - coeficiente de partição entre o carbono orgânico e a água do solo.

Os compostos com altos valores de tempo de meia-vida (acima de 21 dias), como o oxicloreto de cobre, tebutiurum, clorpirifós, dicloreto de paraquate, imidacloprido, diurum, picloram, azoxistrobina, atrazina, tetraconazol, tiofanato-metílico, carbendazim, ametrina,

enxofre e clomazona são compostos com alta persistência em solo, aumentando o risco de contaminação, principalmente nas águas subterrâneas (BRITTO *et al.*, 2015).

De acordo com o índice de GUS (Tabela 3), os IA com maior potencial de lixiviação para as águas subterrâneas foram picloram, tebutiurom, atrazina e tiofano-metílico, representando 16,67% do total de IA. Ficaram na faixa de transição o diurom, ametrina, azoxistrobina, tetraconazol, carbendazim, clomazona, metribuzim, metomil, representando 33,33%. Portanto, 50% (12) dos agrotóxicos mais vendidos no Brasil podem lixiviar e atingir os mananciais hídricos subterrâneos. De acordo com o índice de GUS, os outros 50% restantes não possuem potencial para sofrer lixiviação e atingir lençóis freáticos e aquíferos.

Ingrediente ativo	GUS	Classificação
Picloram	5,536	L
Tebutiourom	5,456	L
Atrazina	3,750	L
Tiofanato-metílico	2,802	L
Diurom	2,529	T
Ametrina	2,353	T
Azoxistrobina	2,327	T
Tetraconazol	2,276	T
Carbendazim	2,240	T
Clomazona	2,062	T
Metribuzim	1,882	T
Metomil	1,811	T
2,4-D	1,548	NL
Imidacloprido	1,373	NL
Enxofre	1,049	NL
Glifosato	0,996	NL
Acefato	0,725	NL
Clorpirifós	0,670	NL
Clorotalonil	0,318	NL
Cletodim	-0,136	NL
Malationa	-0,573	NL
Mancozebe	-1,302	NL
Dicloreto de paraquate	-2,562	NL
Oxicloreto de cobre	-2,796	NL

Tabela 3. Classificação do risco de contaminação por ingrediente ativo nas águas subterrâneas pelo índice de GUS. Menor que 1,8 não sofre lixiviação (NL); entre 1,8 e 2,8 - faixa de transição (T); maior que 2,8 - provável lixiviação (L).

Para o índice de LEACH (Tabela 4), apenas o imidacloprido e o picloram apresentaram alto risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais (8,33%). Dez dos 24 IA pesquisados (41,67%) possuem médio risco de contaminação: azoxistrobina, 2,4-D, acefato, dicloreto de paraquate, tebutiurom, oxicloreto de cobre metribuzim, metomil, diurom e glifosato. Os demais obtiveram baixo risco de contaminação para águas subterrâneas e superficiais.

Ingrediente ativo	LEACH	Classificação
Imidacloprido	9,07	Alto
Picloram	7,65	Alto
Azoxistrobina	6,90	Médio
2,4-D	5,48	Médio
Acefato	5,48	Médio
Dicloreto de paraquate	5,35	Médio
Tebutiurum	4,67	Médio
Oxicloreto de cobre	4,38	Médio
Metribuzim	4,02	Médio
Metomil	3,87	Médio
Diurom	3,82	Médio
Glifosato	3,55	Médio
Atrazina	2,83	Baixo
Cletodim	2,68	Baixo
Tetraconazol	2,00	Baixo
Ametrina	1,81	Baixo
Carbendazim	0,95	Baixo
Tiofanato-metílico	0,92	Baixo
Clomazona	0,53	Baixo
Clorpirifós	-1,29	Baixo
Mancozebe	-1,62	Baixo
Clortalonil	-1,84	Baixo
Enxofre	-2,00	Baixo
Malationa	-2,35	Baixo

Tabela 4. Classificação do risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais pelo índice de LEACH. Menor que 3 - Baixo; entre 3 e 7 - Médio; maior que 7 - Alto.

A Tabela 5 apresenta uma comparação entre os resultados obtidos para os índices de GUS e de LEACH, em ordem de risco de contaminação para águas subterrâneas e superficiais, dos agrotóxicos analisados. Na classificação foi priorizado o maior risco de

agrotóxico, ou seja, a categoria “Alto” risco ou “Lixiviação (L)” em um dos índices foi suficiente para colocar o IA como alto risco de contaminação das águas no geral. Consideramos que quanto maior o valor obtido através dos índices de GUS e de LEACH, maior é o potencial de lixiviação e escoamento do agrotóxico (MARQUES *et al.*, 2019). Desta maneira, analisando os dois índices juntos, cinco agrotóxicos apresentam alto risco de contaminação das águas, treze agrotóxicos apresentaram médio risco, e seis agrotóxicos, baixo risco.

Ingrediente ativo	GUS	LEACH
Picloram	5,536 (L)	7,65 (Alto)
Tebutirom	5,456 (L)	4,67 (Médio)
Imidacloprido	1,373 (NL)	9,07 (Alto)
Atrazina	3,750 (L)	2,83 (Baixo)
Tiofanato-metílico	2,802 (L)	0,92 (Baixo)
Azoxistrobina	2,327 (T)	6,90 (Médio)
Metribuzim	1,882 (T)	4,02 (Médio)
Metomil	1,811 (T)	3,87 (Médio)
2,4-D	1,548 (NL)	5,48 (Médio)
Diurom	2,529 (T)	3,82 (Médio)
Ametrina	2,353 (T)	1,81 (Baixo)
Tetraconazol	2,276 (T)	2,00 (Baixo)
Carbendazim	2,240 (T)	0,95 (Baixo)
Clomazona	2,062 (T)	0,53 (Baixo)
Glifosato	0,996 (NL)	3,55 (Médio)
Acefato	0,725 (NL)	5,48 (Médio)
Dicloreto de paraquate	-2,562 (NL)	5,35 (Médio)
Oxicloreto de cobre	-2,796 (NL)	4,38 (Médio)
Enxofre	1,049 (NL)	-2,00 (Baixo)
Clorpirifós	0,670 (NL)	-1,29 (Baixo)
Clorotalonil	0,318 (NL)	-1,84 (Baixo)
Cletodim	-0,136 (NL)	2,68 (Baixo)
Malationa	-0,573 (NL)	-2,35 (Baixo)
Mancozebe	-1,302 (NL)	-1,62 (Baixo)

Tabela 7. Comparação entre as classificações dos índices de GUS (águas subterrâneas) e LEACH (águas subterrâneas e superficiais). GUS: menor que 1,8 não sofre lixiviação (NL); entre 1,8 e 2,8 - faixa de transição (T); maior que 2,8 - provável lixiviação (L). LEACH: menor que 3 - Baixo; entre 3 e 7 - Médio; maior que 7 - Alto. As cores indicam o risco de contaminação de águas, considerando os dois índices. Em vermelho agrotóxicos com alto risco de contaminação de águas, em amarelo com médio risco e em verde, com baixo risco de contaminação.

Picloram foi o agrotóxico com maior probabilidade de atingir tanto águas superficiais quanto subterrâneas. Esse resultado concorda com o estudo de Ratchawang e Chotpanarat (2019), onde picloram foi o agrotóxico com maior potencial de lixiviação. Analisando os dois índices, a sequência picloram > tebutiurum > imidacloprido > atrazina > tiofanato-metilico deveria ser priorizada nos monitoramentos de pesticidas em águas superficiais e principalmente subterrâneas.

O quarto agrotóxico em risco de contaminação de águas subterrâneas foi o herbicida atrazina, que também é o quarto mais vendido no Brasil. O risco deste herbicida para águas é maior do que os outros, devido a quantidade que chega no ambiente. Se combinarmos as vendas com o risco de contaminação das águas, Atrazina (4º. em vendas) e Imidacloprido (7º. em vendas) seriam os agrotóxicos mais preocupantes, pois apresentam alto risco em pelo menos um dos índices e são muito utilizados no país. Os dois agrotóxicos mais vendidos, glifosato e 2,4-D, tem risco médio de contaminar águas superficiais e subterrâneas, mas devido ao volume de vendas e uso, deveriam ser monitorados na água constantemente.

Entre os 18 agrotóxicos que mostraram alto ou médio risco de contaminar águas brasileiras, dez tem limites de concentrações máximas em água definidos na legislação. Tebutiurum, imidacloprido e tiofano-metilico, que apresentam alto risco de contaminação em pelo menos um dos índices, não possuem limites definidos. Azoxistrobina, metomil, tetraconazol, clomazona e oxicloreto de cobre, com risco médio em pelo menos um dos índices, também não possuem concentração máxima permitida definida em lei. Aparecem limites de concentrações máximas permitidas em água, na Portaria nº 888/21, para picloram, atrazina, metribuzim, 2,4-D, diurom, ametrina, carbendazim, glifosato, acefato e dicloreto de paraquate. Sem definições estabelecidas em lei para o restante, fica limitado o monitoramento e controle destes agrotóxicos em água, porque apesar de apresentarem risco de contaminação das águas, a sua concentração máxima não é conhecida.

A análise e divulgação destas informações expande o conhecimento sobre os impactos dos agrotóxicos, incentiva a pesquisa na área e possibilita a tomada de decisões regulatórias sobre os IA prioritários na avaliação de impactos no ambiente e na saúde humana.

4 | CONCLUSÃO

Este estudo mostrou que dos 24 agrotóxicos mais vendidos no Brasil, 18 tem alto ou médio risco de contaminar águas superficiais ou subterrâneas (ou ambas). A classificação apresentada neste estudo mostra uma ordem de prioridade dos pesticidas, que deveria ser seguida para a realização de monitoramentos nas águas brasileiras. Neste sentido, picloram e tebutiurum são os dois agrotóxicos com maior risco de contaminação, seguidos de imidacloprido, atrazina e tiofanato-metilico.

Atrazina e imidacloprido demonstraram ser os dois agrotóxicos com maior capacidade

poluidora de águas subterrâneas, se enquadrando com alto risco contaminação das águas superficiais e subterrâneas, pelo índice de LEACH, e como lixiviante pelo índice de GUS. Além desses, glifosato e 2,4-D merecem atenção adicional em monitoramentos, pois são os mais vendidos no país e podem atingir águas superficiais e subterrâneas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. S. *et al.* **Análise de risco de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas em municípios do Alto Paranaíba – MG.** Quím. Nova, v. 34, n. 7, p. 1129–1135, 2011.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Monografias de agrotóxicos.** 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/acesoainformacao/dadosabertos/informacoes-analiticas/monografias-de-agrotoxicos>>. Acesso em: 08 mai. 2021.

ANVISA - Agência Nacional De Vigilância Sanitária. **Reclassificação toxicológica de agrotóxicos.** 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2019/publicada-reclassificacao-toxicologica-de-agrotoxicos>> Acesso em: 02 abr. 2021.

ARMAS, E. D. *et al.* **Uso de agrotóxicos em cana-de-açúcar na bacia do Rio Corumbataí e o risco de poluição hídrica.** Quím. Nova, v. 28, n. 6, p. 975-982, 2005.

BRASIL. **Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996.** Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Brasília, 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19279.htm>. Acesso em: 01 abr. 2021.

BRITTO, F. B. *et al.* **Avaliação do risco de contaminação hídrica por agrotóxicos no perímetro irrigado betume no baixo rio São Francisco.** Rev. Bras. Agric. Irrig., v. 9, n. 3, p. 158-170, 2015.

CARNEIRO, F.F. *et al.* **Dossiê ABRASO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde,** vol. I., São Paulo: Expressão Popular, 2015.

EFSA - European Food Safety Authority. **Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of confirmatory data submitted for the active substance Copper (I), copper (II) variants namely copper hydroxide, copper oxychloride, tribasic copper sulfate, copper (I) oxide, Bordeaux mixture.** EFSA Journal, v. 11, n. 6, p. 3235, 2013.

FREITAS, A. D.; REGINO, J. E. B. **A legislação para a quantidade permitida de agrotóxicos na água: os casos do Brasil e da União Europeia.** Informe Econômico, v. 41, n. 2, p. 131-146, 2020.

GILSON, I. K. *et al.* **Agrotóxicos liberados nos anos de 2019-2020: Uma discussão sobre a uso e a classificação toxicológica.** Braz. J. Dev., v. 6, n. 7, p. 49468-49479, 2020.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. **Relatórios de Comercialização de Agrotóxicos.** 2021. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

ISMAEL, L. L.; ROCHA, E. M. R. **Estimativa de contaminação de águas subterrâneas e superficiais por agrotóxicos em área Sucroalcooleira, Santa Rita/PB, Brasil.** Ciênc. Saúde Colet., v. 24, n. 12, p. 4665-4675, 2019.

MARQUES, J. G. DE C. *et al.* **Comparação entre índices de potencial de lixiviação para agrotóxicos utilizados na sub-bacia do Natuba, Vitória e Santo Antão-Pernambuco. Águas Subterrâneas**, v. 33, n. 1, p. 58-67, 2019.

MENDES, C. R. A. *et al.* **Agrotóxicos: principais classificações utilizadas na agricultura brasileira - uma revisão de literatura**. *Rev. Maestria*, v.17, p. 95-107, 2019.

MONTAGNER, C. C. *et al.* **Ten years-snapshot of the occurrence of emerging contaminants in drinking, surface and ground waters and wastewaters from São Paulo State, Brazil**. *J. Braz. Chem. Soc.*, v. 30, n. 3, p. 614–632, 2019.

NIH - National Library of Medicine. **PubChem**. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>>. Acesso em: 15 mar. 2021.

OLIVEIRA, M. C. *et al.* **Índice GUS e GSI na avaliação da contaminação em águas subterrâneas por fungicidas da bataticultura**. In: XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, [S. l.]. **Anais...** 2017. <https://doi.org/10.14295/ras.v0i0.28786>

PALMA, D. C. A.; LOURENCETTI, C. **Agrotóxicos em água e alimentos: Risco à saúde humana**. *Rev. Uniara*, v. 14, n. 2, p. 7-21, 2011.

PIGNATI, W. A. *et al.* **Distribuição Espacial do Uso de Agrotóxicos no Brasil: Uma Ferramenta para a Vigilância em Saúde**. *Ciênc. Saúde Colet.*, v. 22, n. 10, p. 3281-3293, 2017.

POZZETTI, V. C.; SANTOS, U. A. C. C.; MICHILES, M. P. **O direito humano à alimentação saudável: da revolução verde ao projeto de lei de proteção de cultivares (PI nº 827/2015)**. *Relações Internacionais no Mundo Atual*, v. 2, n. 23, p. 390, 2019.

PPDB - *Pesticide Properties Database*. **Banco de dados de propriedades de pesticidas**. 2020. Disponível em: <<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

RATCHAWANG, S., CHOTPANTARAT, S. **The leaching potential of pesticide in Song Phi Nong district, Suphan Buri province, Thailand**. *Environ. Asia*, v. 12, p. 112-120, 2019.

RIBEIRO, J. S. *et al.* **avaliação preliminar do risco de contaminação dos recursos hídricos por pesticidas utilizados no cultivo da soja em três municípios da região oeste do Pará**. In: Zuffo, A. M., Aguilera, J. G. (eds.) *As Ciências Exatas e da Terra no Século XXI*. Atena Editora: Ponta Grossa, p. 10-18, 2019.

SABIK, H.; JEANNOT, R.; RONDEAU, B. **Multiresidue methods using solid-phase extraction techniques for monitoring priority pesticides, including triazines and degradation products, in ground and surface waters**. *J. Chromatogr. A*, v. 885, n. 1-2, p. 217-236, 2000.

SILVA, A. A.; VIVIAN, R.; OLIVEIRA JR., R. S. **Herbicidas: Comportamento no solo**, cap. 5. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (eds.) *Tópicos em manejo de plantas daninhas*. Editora UFV: Viçosa, p. 189-248, 2007.

SOARES, D. F.; FARIA, A. M.; ROSA, A. H. **Análise de risco de contaminação de águas subterrâneas por resíduos de agrotóxicos no município de Campo Novo do Parecis (MT), Brasil**. *Eng. San. Ambient.*, v. 22, n. 2, p. 277-284, 2016.

SOARES, A. F. S.; SOUZA, L. P. S. **Contaminação das águas de abastecimento público por poluentes emergentes e o direito à saúde**. Revista de Direito Sanitário, v. 20, n. 2, p. 100-133, 2020. <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9044.v20i2p100-133>.

SOUZA, P. S.; GORRI, A. P. **Agrotóxicos no Brasil: uma visão relacional a partir da articulação Freire-CTS**. RBPEC, v. 19, p. 399–422, 2019.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abiótico 166

Agrotóxicos 9, 16, 103, 179, 180, 181, 182, 194, 195, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 223, 256, 313, 317

Água 13, 16, 33, 46, 66, 85, 91, 92, 99, 105, 118, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 140, 148, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 199, 200, 201, 202, 204, 208, 209, 210, 241, 248, 249, 250, 252, 253, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 270, 271, 298, 315

Água Fluvial 148

Água Potável 128, 129, 134

Águas Subterrâneas 73, 170, 172, 201, 202, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 249

Águas Superficiais 73, 172, 199, 201, 202, 208, 209

Amostra 142, 265, 320

Amostragem 238, 244, 303

Áreas de Preservação Permanente - APP 140, 249

Assoreamento 4, 139, 143, 144, 145, 256, 262

Aterro Sanitário 64, 73, 74, 82, 92, 93, 98, 112, 113, 114, 115, 117

Atividades Agrícolas 67, 128, 139, 140, 212, 213, 214

B

Bibliometria 240

Biodiversidade 9, 4, 38, 40, 140, 142, 166, 172, 173, 174, 175, 187, 194, 284, 318

Biorretenção 165, 167, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 176

Biótico 166

C

Ciclo Biogeoquímico 240

Coleta Seletiva 20, 54, 55, 57, 60, 62, 64, 68, 69, 74, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 116

Compostagem 60, 64, 68, 70, 80, 81, 82, 98, 117

Consciência Ecológica 21, 296

Conscientização Ambiental 41, 52, 53, 117, 313

Controle Biológico 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 198

Crise Ambiental 2, 5, 295, 296

Curso D'água 139, 140

D

Degradação Ambiental 22, 165, 241, 281, 293

Descarte 9, 23, 25, 47, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 62, 64, 83, 90, 95, 96, 97, 99, 100, 104, 106, 112, 114, 115, 116, 118, 298

Desenvolvimento Sustentável 7, 8, 18, 56, 57, 60, 66, 67, 105, 106, 115, 225, 281, 292, 295, 312, 317, 318, 322

Desmatamento 36, 38, 42, 140, 240, 247

Drenagem Superficial 262, 269

E

Ecosistemas 9, 14, 38, 66, 86, 128, 139, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 173, 176, 238, 240, 249

Educação Ambiental 9, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 42, 44, 45, 52, 56, 57, 63, 64, 78, 79, 82, 84, 85, 89, 90, 91, 97, 98, 99, 100, 101, 105, 195, 284, 294, 299, 300, 302, 311, 312, 314, 317, 322, 323, 324

Educação Básica 1, 3, 12, 14, 16, 18, 22, 34

Efeito Estufa 212, 213, 217, 218, 219

Ensino de Química 9, 21, 23, 27, 28, 51

Ensino e aprendizagem 9, 41, 44

Ensino superior 9, 50, 225

Erosão hídrica 9, 260, 261, 262, 263, 264, 269, 270, 271

Extensão Universitária 9, 36, 41, 42, 52, 53, 54, 60, 62, 63

F

Fauna 32, 72, 139, 140, 141, 165, 170, 181, 196, 239

Fertilizantes Nitrogenados 9, 212, 214, 215, 216, 218

Flora 32, 139, 140, 165, 170, 187, 194, 224, 309, 322

G

Gestão Ambiental 83, 95, 100, 101, 103, 118, 119, 147, 258, 283, 288, 294, 299, 300

Gestão Sustentável 102, 249

I

Impactos Ambientais 45, 106, 116, 139, 200, 221, 261, 262, 263, 270, 274, 280, 283, 288, 296

Indicadores ambientais 287

Insetos 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 191, 192, 194, 195, 196, 197

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis 42, 201
Insustentabilidade 7, 86, 166, 296
Intoxicação 303, 306, 307, 310

L

Lagoas 73, 140, 173
Lagos 21, 60, 256
Lençol Freático 165, 249
Licenciamento Ambiental 273, 274, 275, 278, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 289, 290, 292
Lixiviação 172, 201, 202, 205, 207, 208, 210
Lixo 62, 84, 118
Logística Reversa 68, 69, 88, 91, 93, 95, 96, 97, 99, 100, 103, 104, 110, 113, 115, 118

M

Manancial 137, 249, 255, 256
Matas Ciliares 139, 256
Meio Ambiente 2, 9, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 15, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 30, 31, 34, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 45, 47, 49, 50, 51, 54, 55, 56, 57, 60, 62, 64, 65, 66, 69, 78, 82, 83, 84, 88, 90, 96, 99, 100, 102, 104, 105, 117, 118, 120, 121, 122, 125, 128, 129, 134, 146, 179, 180, 182, 194, 196, 198, 200, 201, 203, 209, 219, 223, 273, 280, 281, 282, 283, 284, 288, 290, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 299, 312, 313, 314, 316, 317, 318, 319, 322
Metodologias Ativas 311
Microbacia 220, 221, 223, 224, 225, 228, 230, 232, 233, 234, 257
Micro-Organismos 68
Mineração 9, 247, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 289, 290, 291, 292
Mineradora 275

N

Nascentes 9, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259

P

Pesticidas 200, 201, 208, 209, 210
plantas ornamentais 9, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308
Plantas Ornamentais 305, 308, 309, 310
Plásticos 21, 23, 24, 25, 56, 57, 61, 68, 83, 92, 108, 112, 171
Política Nacional do Meio Ambiente 22
Poluição 3, 5, 21, 41, 49, 84, 96, 105, 128, 129, 165, 167, 170, 172, 209, 280, 282

Poluidor Pagador 69

Preservação 2, 9, 8, 15, 17, 21, 22, 29, 31, 32, 34, 38, 56, 60, 65, 81, 82, 85, 105, 116, 117, 128, 139, 140, 141, 145, 146, 147, 182, 223, 234, 248, 249, 256, 258, 259, 296, 299, 313, 318

Problemas Ambientais 2, 4, 5, 6, 10, 21, 27, 85, 87

Q

Química 9, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 43, 44, 47, 48, 49, 51, 67, 84, 118, 170, 200, 201, 238, 262, 309, 310, 324

R

Reaproveitamento 16, 21, 24, 59, 61, 65, 67, 69, 70, 74, 79, 81, 88, 93, 96, 114

Reciclagem 13, 17, 21, 23, 24, 46, 53, 57, 62, 65, 68, 69, 70, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 88, 89, 92, 93, 95, 99, 105, 113, 114, 115, 117, 118

Recursos Minerais 274, 276

Recursos Naturais 9, 4, 13, 22, 37, 42, 66, 89, 98, 99, 105, 115, 117, 128, 139, 201, 221, 223, 293, 296, 298, 299, 314

Regulação Hídrica 165

Rejeitos 45, 51, 64, 66, 70, 71, 73, 74, 78, 82, 88, 105, 106, 112, 114, 122, 128, 278, 279

Resíduos de Serviço de Saúde 120, 122, 125

Resíduos Florestais 239

Resíduos Químicos 43

Restauração Florestal 239, 247

Reutilização 13, 21, 52, 53, 54, 56, 57, 60, 62, 65, 67, 68, 78, 88, 324

Rios 4, 21, 23, 130, 134, 135, 140, 165, 167, 249, 256

S

Saneamento 9, 12, 71, 79, 81, 83, 84, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 221, 234, 284

Secretaria Especial de Meio Ambiente 22

Segurança Alimentar 114, 166, 221, 317, 318, 320, 321

Serapilheira 9, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247

Socioambientais 13, 14, 16, 279, 292, 295, 296, 298

Sustentabilidade 9, 7, 8, 12, 25, 42, 45, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 66, 69, 78, 80, 82, 83, 84, 89, 96, 100, 101, 116, 118, 119, 167, 178, 223, 258, 273, 280, 289, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 311, 312, 317, 321, 322

Sustentável 9, 7, 8, 15, 18, 25, 27, 38, 42, 56, 57, 58, 60, 66, 67, 85, 90, 94, 98, 99, 102,

105, 106, 115, 116, 117, 119, 128, 131, 136, 137, 168, 169, 176, 195, 198, 218, 221, 222, 223, 225, 235, 236, 249, 258, 273, 281, 282, 283, 292, 293, 294, 295, 297, 298, 299, 300, 312, 314, 317, 318, 319, 320, 322

T

Toxicidade 49, 98, 200, 301, 302, 306, 307

Meio ambiente:

Preservação, saúde e sobrevivência

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021

Meio ambiente:

Preservação, saúde e sobrevivência

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021