



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 Gonçalo 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

Fabricio 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

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PROVIDOS POR SISTEMAS DE BIORRETENÇÃO PARA O ECOSSISTEMA URBANO

Data de aceite: 21/07/2021

Elisa Ferreira Pacheco

Universidade Federal de Santa Catarina

Ana Luiza Dias Farias

Universidade Federal de Santa Catarina

Larissa Thainá Schmitt Azevedo

Universidade Federal de Santa Catarina

Alexandra Rodrigues Finotti

Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO: O espaço urbano do século XXI apresenta características em comum em diversas cidades do mundo: alta densidade populacional, alta densidade de carros e motos, ausência de espaços verdes públicos, alta impermeabilidade do solo por construções, violência, desigualdades socioeconômicas. Essas características geram consequências danosas à vida. Poluição dos rios, do lençol freático, poluição atmosférica e sonora; vulnerabilidades a inundações, enchentes e deslizamentos; pobreza extrema, entre outros. Um cenário caótico. Os espaços naturais, por sua vez, possuem relações mais cíclicas e circulares entre água, ar, solo, fauna e flora. Como, então, remediar e reaproximar o urbano ao natural? O cinza ao verde? Uma das soluções é olhar as cidades sob a ótica de ser um Ecosistema Urbano, ou seja, prover medidas de gestão, planejamento e execução baseadas na natureza. Neste contexto, este artigo propõe

apresentar uma perspectiva ecossistêmica do uso de tecnologias verdes, como os Sistemas de Biorretenção, bem como seu potencial de recuperação e aumento de resiliência do ecossistema urbano. O artigo foi alicerçado no aprofundamento dos Serviços Ecossistêmicos providos por Sistemas de Biorretenção, visando ampliar o uso dessas estruturas em território nacional. A fim de explorar as demandas de serviços ecossistêmicos dentro do espectro das tecnologias sustentáveis de manejo das águas pluviais urbanas, o presente trabalho apresenta uma revisão ampla e detalhada dos sistemas de biorretenção através de seus aspectos multidisciplinares e multifuncionais. A necessidade de restaurar, recuperar, remediar e prevenir a degradação ambiental também perpassa a reinvenção, adaptação e exploração de todas as funções dos sistemas naturais presentes nas relações entre água, solo e plantas. Constata-se, então, a incipiência de resultados amplamente explorados e nacionalmente aplicados para este fim, que visem uma visão integrada destas tecnologias no ecossistema urbano, sendo que a maioria dos artigos revisados se restringem às funções de regulação hídrica e de purificação dos Sistemas de Biorretenção. Dessa forma, o presente trabalho reforça a necessidade de pensar e analisar as estruturas de engenharia de modo holístico, considerando a avaliação dos serviços ecossistêmicos como uma ferramenta de integração das infraestruturas verdes com o Ecosistema Urbano.

PALAVRAS - CHAVE: Ecosistemas Urbanos; Serviços Ecossistêmicos; Sistemas de Biorretenção.

INTRODUÇÃO

O termo ecossistemas foi criado pelo ecologista da vida vegetal Arthur George Tansley (1871-1955) com o intuito de caracterizar as comunidades vegetais e animais. Atualmente, o termo é definido como “comunidade de organismos e seu ambiente físico interagindo como unidade ecológica”. Esse termo modelou todo o pensamento ecológico subsequente, promovendo a abordagem sistêmica da Ecologia. As modificações nos ecossistemas podem ocorrer em diversos graus, desde mudanças sutis, como corte de uma árvore, ou extremas, como a substituição de um ecossistema inteiro, na construção das cidades. A Ecologia dos Ecossistemas descreve e acompanha como os fluxos de energia, água, nutrientes e outros materiais afetam o meio biótico e abiótico, bem como seus habitats. As modificações humanas dos ecossistemas alteram não apenas a estrutura dos sistemas (quais habitats ou espécies estão presentes em um determinado local) mas, também, seus processos e funções; ciclos da água; ciclos biogeoquímicos (Carbono, Nitrogênio, Fósforo) e biodiversidade. Influenciando, dessa forma, diretamente na sua capacidade de resiliência e resistência do meio. Os Ecossistemas urbanos se diferenciam dos ecossistemas naturais por ter uma alta produção de nutrientes e um consumo de energia superior aos ecossistemas naturais, levando à insustentabilidade dos padrões atuais de desenvolvimento urbano (Figura 1).

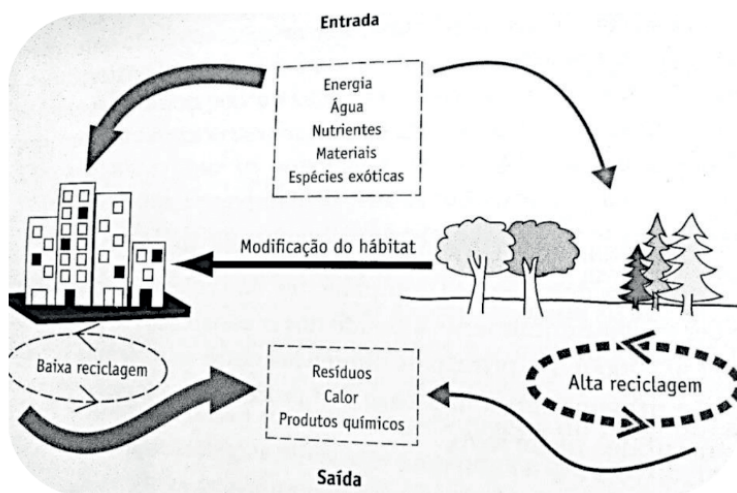


Figura 1- Ecossistema Urbano e Ecossistema Natural.

Fonte: Adler, 2015.

Neste contexto, as “soluções baseadas na natureza” surgiram como um conceito que, a partir dos ecossistemas, enfrentam os desafios sociais das mudanças climáticas, desastres naturais, segurança alimentar e hídrica, saúde e bem-estar humano, economia

e desenvolvimento social (COHEN-SHACHAM; WALTERS; JANZEN & MAGINNIS, 2016; EC, 2015; *apud* (BUSH E DOYON, 2019). Na década de 90, surgiu nos Estados Unidos o conceito e o processo denominado de Infraestruturas Verdes (IV), uma importante ferramenta e processo de recuperação do ecossistema urbano, na redução do consumo energético, no aumento da ciclagem de nutrientes e na redução de resíduos. O conceito IV influencia o planejamento urbano e os layouts para maximizar a inclusão de centro/polos e/ou corredores de verdes nas cidades. O processo IV também tenta maximizar os benefícios desses espaços verdes, identificando seus serviços ecossistêmicos em potencial para população (CENTER FOR NEIGHBORHOOD TECHNOLOGY *apud* FLETCHER *et al.*, 2015). As infraestruturas verdes e tecnologias baseadas na natureza/sistemas florestais, visam a sustentabilidade no manejo das águas pluviais e reconhecem os processos dos ecossistemas como mecanismos de controle e tratamento das águas pluviais, de forma difusa e integrada às demais atividades urbanas (SOUZA, CRUZ E TUCCI, 2012).

As florestas urbanas, parques, bosques, telhados verdes, zonas húmidas, rios e outros espaços naturais desempenham papéis-chave na melhoria dos ambientes urbanos (LI, 2016), além de oferecer oportunidades para melhorar o processamento ecológico da poluição e moderar o clima local (BRITÂNICA ACADEMIC, 2019). Esses sistemas, além de prevenir desastres e reduzir as zonas de vulnerabilidade nas cidades, reduzem as externalidades negativas na/para a bacia hidrográfica e bacias vizinhas. O espaço aberto também oferece amenidades ecológicas - sombra das árvores, benefícios estéticos do cenário natural e espaço de lazer - para todos os cidadãos. É uma nova possibilidade técnica e ecológica, que agrega aos espaços públicos os valores da multifuncionalidade, contribuindo, assim, para a qualidade ambiental nas cidades (BENINI, 2015).

Uma abordagem crescente de avaliação e mudança de perspectiva sobre o conceito e os processos de uso de infraestruturas verdes nos Ecossistemas Urbanos são os estudos sobre os Serviços Ecossistêmicos. Os serviços ecossistêmicos incluem os serviços de abastecimento, como alimentos, água, madeira, fibra e recursos genéticos; serviços de regulação, como a regulação do clima, inundações, doenças e qualidade da água, bem como tratamento de resíduos; serviços culturais como recreação, prazer estético e realização espiritual; e serviços de apoio, como formação de solo, polinização e ciclagem de nutrientes.

Uma das técnicas de manejo de águas pluviais com grande potencial de implementar/complementar a resiliência dos Ecossistemas urbanos são os jardins de chuva e/ou Sistemas de Biorretenção (SB). Segundo o Manual PRINCE GEORGE'S COUNTY (2002), o conceito original dos SB foi modelado a partir das características e propriedades hidrológicas de um ecossistema florestal. Portanto, dentro de uma releitura das funções ecológicas dos SB; bem como de seus serviços ecossistêmicos; este artigo visa discutir os Serviços Ecossistêmicos providos por Sistema de Biorretenção para o Ecossistema Urbano.

Serviços Ecossistêmicos

O termo Serviços Ecossistêmicos (SE) foi cunhado pela primeira vez em 1981 por Paul e Anne Ehrlich, sendo amplamente difundido pelos *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA), uma iniciativa global criada em 1999 para avaliar como a mudança do ecossistema afetaria o bem-estar humano (MA, 2005), ou seja, as condições e os processos dos ecossistemas que geram - ou ajudam a gerar - benefícios para as pessoas. Os benefícios resultam das interações entre plantas, animais e micróbios no ecossistema, além de componentes bióticos, abióticos e de engenharia humana dos sistemas. A natureza fundamental desses serviços não só ajudaria a aumentar a conscientização sobre a importância de proteger os ecossistemas mas, também, forneceria aos tomadores de decisão dados quantitativos, permitindo-lhes considerar todos os aspectos do sistema sócio-econômico-ecológico em que vivemos (UE, 2015).

Em 2000, o Secretário-Geral das Nações Unidas, Kofi Annan, solicitou a Avaliação do Ecossistema do Milênio (AEM), na Assembleia Geral da ONU. O objetivo da AEM era avaliar as consequências da mudança do ecossistema para o bem-estar humano e estabelecer a base científica para as ações necessárias para melhorar a conservação e o uso sustentável dos ecossistemas e suas contribuições para o bem-estar humano. O arcabouço conceitual para o AEM postula que as pessoas são partes integrantes dos ecossistemas e que existe uma interação dinâmica entre eles e outras partes dos ecossistemas. Ações antrópicas alteram os ecossistemas (direto ou indiretamente) e essas alterações repercutem em outras alterações no próprio ecossistema a nível global, regional e local (MEA, 2005). Definidos como os benefícios que as pessoas derivam dos ecossistemas, sendo que tais benefícios podem ser originados de ecossistemas naturais ou engenhadados.

Neste trabalho os termos função e serviços são adotados de acordo com Costanza *et al.*, (1997), em que as funções do ecossistema se referem aos diferentes habitats, propriedades biológicas ou sistêmicas ou processos dos ecossistemas; e serviços (como a assimilação de resíduos) representam os benefícios que as populações humanas obtêm, direta ou indiretamente, das funções do ecossistema. As funções são geralmente agrupadas em quatro categorias primárias: função de regulação (capacidade dos ecossistemas em regular os processos ecológicos essenciais para a manutenção da vida por meio de ciclos de nutrientes, regulação e oferta de água, formação de solos, polinização entre outros processos), função de habitat (essenciais para a conservação biológica, diversidade genética e de processos evolucionários), função de produção (capacidade dos ecossistemas fornecerem alimentos para o consumo humano) e função de informação (capacidade dos ecossistemas naturais em auxiliar na manutenção da saúde humana, proporcionando oportunidades de reflexão, enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo, recreação e estético) (HALL, 2009). Cada um desses serviços se baseia em processos ecológicos fundamentais que são reconhecíveis e, na maioria dos casos, mensuráveis pelos membros

da comunidade científica (PATAKI *et al.*, 2011), e pesquisas sobre o ciclos biogeoquímicos no ecossistema urbano, ocasionam um aprofundamento nas funções ecossistêmicas das estruturas, podendo ser implementadas como parâmetros de projetos para implantação de infraestrutura verde.

Para a AEM, “a diversidade de ecossistemas é um fator que influencia a diversidade de culturas”. No estudo conduzido em Berlim, Alemanha por Riechers *et al.* (2019), os autores interpretam a diversidade cultural como “comunidades culturalmente diferentes em grandes aglomerações urbanas têm demandas diferentes em relação aos ecossistemas urbanos”. Introduz-se, assim, os Serviços Ecossistêmicos Culturais (SEC) que se relacionam com as relações sociais da comunidade, o lazer, a educação, a diversidade cultural, a herança cultural local, a consciência natural dos indivíduos e da coletividade, a estética, o senso de lugar – pertencimento -, a inspiração, a religiosidade e a espiritualidade. Os resultados da pesquisa apontaram que os SEC, avaliados em diferentes distritos da cidade, apresentam menor importância quanto maior a densidade urbana e que nos distritos mais afastados do centro, a importância também diminui: ambientes com maior disponibilidade de espaços verdes, sistemas ecossistêmicos naturais. Os autores, portanto, concluem que são exatamente nos centros mais urbanos e de maior densidade que os SEC têm maior importância, sendo as relações sociais em torno das estruturas verdes e a possibilidade de promoção da diversidade cultural os aspectos que se destacam. Assim, para além do pensamento de adequação dos SB e jardins de chuva quanto às demandas hidrológicas e hidráulicas do terreno, os serviços ecossistêmicos incorporam a macro escala social, onde diferentes necessidades sociais se apresentarão conforme os índices de urbanidade.

Sistemas de Biorretenção e Jardins de Chuva

O conceito original dos SB foi modelado a partir das características e propriedades hidrológicas de um ecossistema florestal terrestre (MANUAL PRINCE GEORGE’S COUNTY, 2002). O modelo da comunidade florestal para o manejo de águas pluviais foi selecionado com base nos ciclos naturais da floresta de assimilação de nutrientes, poluentes e metais através das interações entre plantas, solo e a camada orgânica, através de seus serviços ecossistêmicos e de forma sustentável (econômico, social, tecnológico e ambiental). O aprofundamento dos estudos de tecnologias verdes como os SB, auxilia na melhoria do ecossistema urbano, bem como prevê a capacidade do SASP (Sistema Água-Solo-Planta) de manter seus serviços ecossistêmicos frente às perturbações e estresse urbanos.

Segundo Andrade (2010), geralmente as funções descrevem o funcionamento dos ecossistemas, como os ciclos energéticos e de nutrientes. Os processos são definidos como as complexas interações (eventos, reações ou operações) entre elementos bióticos e abióticos de um ecossistema envolvendo a transferência de energia e material. Em síntese, nos Serviços Ecossistêmicos os processos sustentam as funções que beneficiam os seres humanos e geram serviços. Em alguns casos, no entanto, um único serviço ecossistêmico

é o produto de duas ou mais funções do ecossistema, enquanto em outros casos uma única função do ecossistema contribui para dois ou mais serviços ecossistêmicos (COSTANZA *et al.*, 1997).

A tecnologia de biorretenção é multidisciplinar: engenharia, hidrologia, hidráulica, fluxo de superfície e águas subterrâneas, ciência do solo, horticultura e arquitetura de paisagem (DAVIS *et al.*, 2009). No contexto de alteração do ciclo hidrológico urbano, as tecnologias de baixo impacto (*Low Impact Development - LID*), como os SB, têm como objetivo “imitar” as funções hidrológicas da bacia no pré-desenvolvimento, com o diferencial de se realizar o tratamento qualitativo do efluente pluvial. Podem ser usados para recarregar ou restaurar os componentes do ciclo hidrológico relacionados ao escoamento de base e águas subterrâneas. Proporcionam benefícios consideráveis em relação ao gerenciamento do tempo de concentração e os valores de pico de descargas correspondentes (DAVIS *et al.*, 2009).

Estas estruturas são compostas por uma superfície vegetal sobre uma camada filtrante, normalmente composta por uma mistura de solo nativo/areia/argila e silte, seguida por uma camada de transição e uma camada drenante. Cada camada tem uma função ecossistêmica regulatória e de suporte, ou seja, que visa não somente a compensação da perda de áreas de infiltração, evapotranspiração e escoamento de base, mas que solucionam os problemas de poluição vinculados aos contaminantes transportados no escoamento superficial. Provêm, também, habitat para micro, meso fauna e flora.

Dentro de uma célula de biorretenção/sistema de biorretenção ou jardim de chuva, o tratamento é realizado por uma variedade de processos unitários que utilizam as propriedades químicas, biológicas e físicas das plantas, dos microrganismos e do solo (meio filtrante) na remoção dos poluentes do escoamento urbano (LIU *et al.*, 2014). Os fenômenos de movimento da água nesses sistemas são constituídos por uma diversidade complexa de fatores nos solos (condutividade hidráulica, difusividade, relações entre umidade e potencial total), da planta (densidade das raízes, profundidade, taxa de crescimento das raízes, fisiologia da raiz e área foliar) e da atmosfera (déficit de saturação, vento e radiação disponível). A alta eficiência do SB na melhoria da qualidade da água é devido ao uso de vários processos de remoção de poluentes, incluindo sedimentação, filtração, sorção química, atividade biológica, nitrificação e transferência de calor (DAVIS, 2009).

Através da interação entre plantas, solos, camada orgânica superficial e biota associada, os ecossistemas terrestres eliminam os nutrientes e poluentes do escoamento das águas pluviais (PETERJOHN e CORRELL, 1984), semelhante aos ecossistemas naturais, os ecossistemas engenhadados dos SB imitam os processos ecológicos (processos físicos, químicos e biológicos) que ocorrem na natureza. Esses sistemas são, possivelmente, o melhor esforço, até o presente momento, no fornecimento de restauração ecológica e hidrológica de áreas urbanas (LIU *et al.*, 2014). Na Figura 2, pode-se visualizar a função ecossistêmica de cada meio presente no SB.

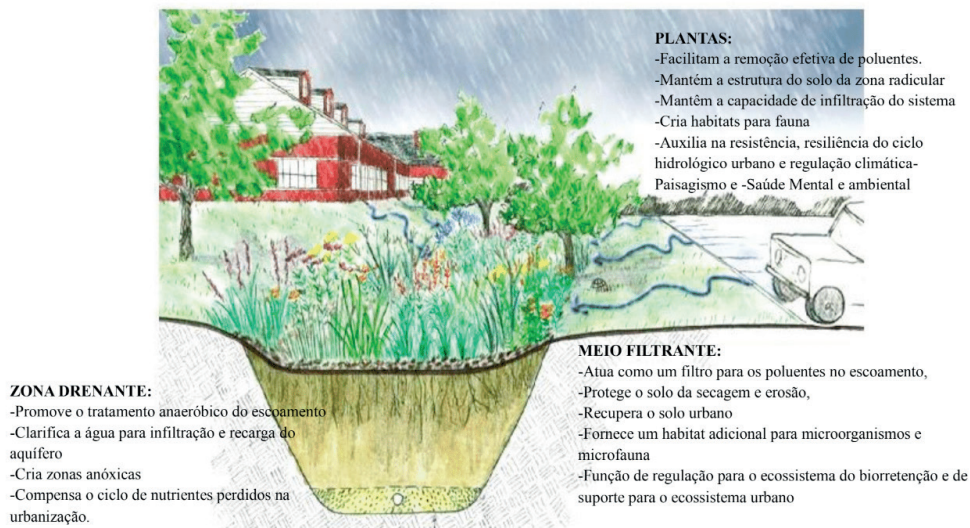


Figura 2-Sistema Biorretenção e funções ecossistêmicas do SASP

A vegetação superficial auxilia estrategicamente em manter a permeabilidade do solo e evita a colmatção, além de diminuir a velocidade do fluxo superficial e filtrar sedimentos. As raízes dão suporte a populações microbiológicas que podem beneficiar a degradação do contaminante. Além de trazer benefícios na quebra de poluentes, baseados em carbono e nutrientes e na absorção de poluentes não biodegradáveis, como os metais (DIETZ e CLAUSEN, 2005). As espécies de plantas variam fisiologicamente, quimicamente e morfológicamente e, também, podem variar consideravelmente na composição de exsudados radiculares e taxas de exsudação (READ *et al.*, 2008) influenciando no desempenho do tratamento das águas do escoamento superficial.

O meio filtrante nos SB visa reproduzir as funções ecossistêmicas do solo e é estruturado de maneira heterogênea e descontínua, o que possibilita a ocorrência de micro habitats que irão variar entre si em função das suas características físicas e químicas e da disponibilidade de nutrientes (CARDOSO e FREITAS, 2016). O comportamento dos nutrientes e contaminantes no meio filtrante são influenciados pelas seguintes propriedades do solo: pH, potencial redox, textura, composição mineral, características do perfil, CTC, quantidade/tipo de componentes orgânicos do solo e na solução, presença de metais pesados, temperatura do solo, conteúdo de água e outros fatores que afetam a atividade microbiana (DOS SANTOS, 2005). As características físicas e químicas do meio filtrante atuam diretamente na remoção e injeção dos metais pesados e nutrientes do/ para o ambiente subterrâneo, o potencial redox do solo é um dos principais parâmetros que influencia as transformações de poluentes abióticos e biológicos nos SB (LEFEVRE *et al.*, 2010). Os meios de biodegradação, mais plásticos e quimicamente ativos, fornecem um maior potencial para integrar as partículas capturadas e, durante os períodos secos,

suavizam o desenvolvimento de caminhos preferenciais e auxiliam na recuperação de sua permeabilidade do meio entre cargas de escoamento (LI e DAVIS, 2008).

A matéria orgânica, o solo, os fertilizantes, a exaustão de veículos, resíduos orgânicos domésticos, detergentes, resíduos de animais e lixiviados são as principais fontes de nutrientes que contaminam as águas subterrâneas e eutrofizam as águas superficiais. O problema de contaminação por nutrientes pode ser amenizado com maior tempo de detenção na estrutura, bem como com a utilização de plantas desnitrificantes. Ermani (2008) demonstrou que solos saturados favorecem o processo de desnitrificação. Foi verificada uma maior retenção de pequenos bolsões de solo saturado, explicando sua maior capacidade de remoção de nitrato, porém, dependendo da porosidade do solo e do teor de matéria orgânica (BUENO, 2011), pode ocorrer um processo incompleto de desnitrificação do N_2O_3 e, simultaneamente, durante o processo de mineralização das formas orgânicas do N do solo, pode ocorrer a emissão de N_2O (BOUWMAN *et al.*, 2013)) contribuindo, assim, para a poluição atmosférica. Dependendo da configuração e saturação SB, em alguns casos, os próprios meios de biorretenção criam uma exportação líquida de nutrientes (HUNT *et al.*, 2007; DAVIS *et al.*, 2006). Conforme observado por Payne *et al.* (2014), 2014 o risco de lixiviação de nutrientes pode ser evitado por uma maior variabilidade de espécies de vegetação, que complementam suas funções.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O papel das infraestruturas verdes no ecossistema urbano desempenha função de retroalimentação. Por exemplo, o bem-estar social nas áreas costeiras e fluviais depende da retenção de inundações por zonas úmidas ou sistemas de drenagem natural, que, por sua vez, dependem diretamente da prestação de serviços ecossistêmicos, como a regulação do solo e da água. Estes, por sua vez, são altamente dependentes da biodiversidade para manter a saúde dos ecossistemas para fornecer serviços ecossistêmicos, que irão trazer bem estar social (EUROPEAN COMMISSION, 2012). A grande motivação deste tipo de pesquisa se deve à crescente preocupação sobre as interconexões entre os estados dos ecossistemas, o bem-estar das populações humanas e os impactos negativos nos fluxos de serviços essenciais prestados pelos ecossistemas (ANDRADE, 2010). As propriedades de variabilidade (fluxos variáveis e os fatores estocásticos, intrínsecos e extrínsecos) e resiliência apresentam importância crucial para uma análise integrada das interconexões entre ecossistemas, serviços ecossistêmicos e bem-estar humano.

As teorias ecológicas são importantes ferramentas para funcionalidade dos serviços de biorretenção, a fim de manter a biodiversidade, fornecendo habitats e corredores de vida silvestre, serviços de polinização, sequestro de carbono, valor estético ou recreação, ou mesmo modular o microclima (LEVIN E MEHRING ,2015). Na Figura 3 é apresentado o fluxograma síntese com os serviços ecossistêmicos do SB, documentados na literatura.

Os serviços ecossistêmicos melhores documentados com tecnologias verdes remetem aos serviços de regulação hidrológicos e de qualidade da água, no entanto, esses ecossistemas criados também fornecem uma série de outros benefícios que geralmente são reconhecidos, mas raramente quantificados, sendo incipientes outras abordagens. WANG *et al* (2014) reviu 148 publicações que discutem o papel da infraestrutura verde urbana no ambiente interno e no conforto humano. Os principais fatores emergentes foram: efeitos no clima e uso de energia, qualidade do ar, ambiente sonoro e informação estética.

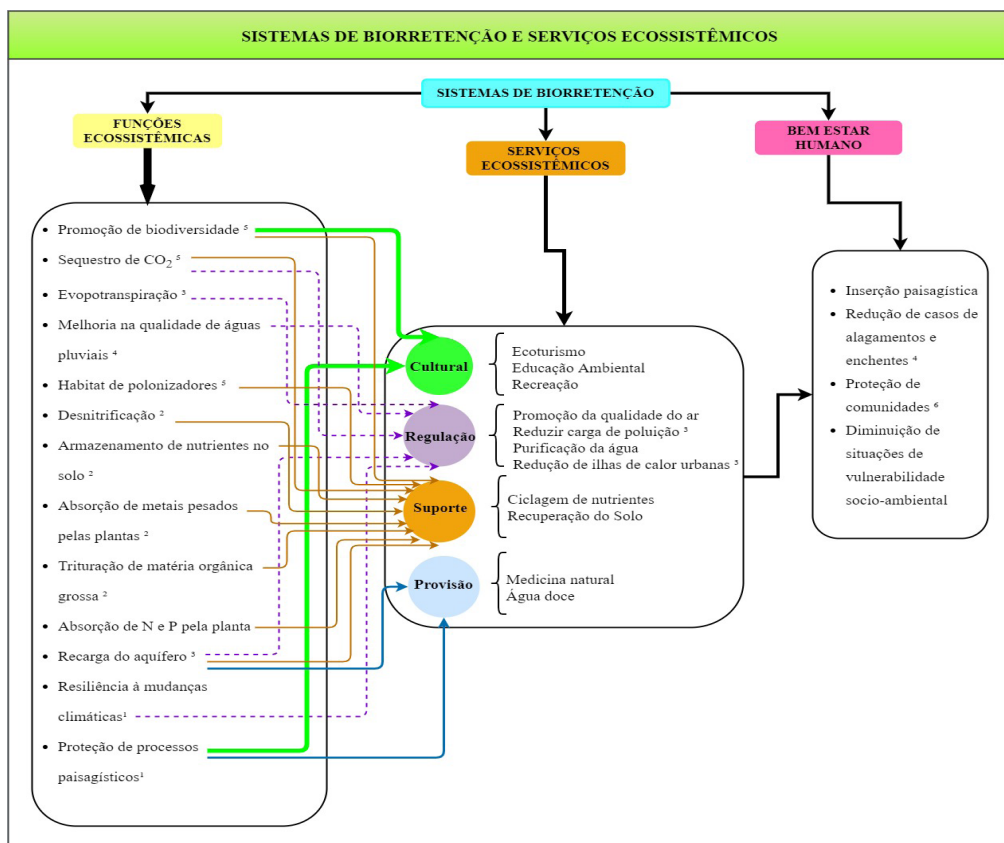


Figura 3-Fluxograma de serviços ecossistêmicos. (1: ISHIMATSU *et al.*, 2017, 2: MEHRING *et al.*, 2016, 3: HSIEH E DAVIS 2005; Davis 2008; THOMPSON ET AL. 2008; CARPENTER E HALLAM 2010 *apud* NOCCO, 2016, 4: BONDAR, 2014, 5: AMBROSE, 2015; 6: CARVALHO, 2015)

Outras tecnologias verdes documentada com base no SASP, são as Lagoas de detenção e Wetlands (sequestro de carbono, biodiversidade e serviços culturais). Moore (2012) comparou 20 lagoas de detenção e 20 Wetlands na Carolina do Norte, EUA, através da avaliação do sequestro de carbono, identificou a vegetação com função emergente e crucial para a acumulação de carbono nos solos das lagoas e do Wetlands e indicou trabalhos futuros que quantifiquem as emissões de metano das lagoas de águas pluviais

e dos Wetlands para melhor estimar os serviços líquidos de sequestro de carbono. Nesse mesmo artigo, também foram verificados os serviços culturais de recreação, que incluíam acessibilidade pública, acessibilidade física, infraestrutura recreativa e estudo de percepção positiva da comunidade.

Na caracterização de comunidades de plantas em vários sistemas de biorretenção envelhecidos Winfrey *et al.*(2018) plant species have been selected primarily for their survivability and aesthetics. However, recent research has identified specific species that enhance biofilter functions such as pollutant removal and flood prevention (via infiltration realizou os levantamentos de plantas em 32 biorretentores em três cidades da Austrália: Melbourne, VIC; Perth, WA; e Sydney, NSW. Calcularam os índices de biodiversidade e diversidade funcional (isto é, comprimento de raiz específico, percentagem de raízes finas e taxa de crescimento relativo) e como estes índices afetam a remoção de poluentes no sistema. Constatou que, embora a diversidade de espécies diminuiu com o tempo nos SB, a diversidade funcional foi mantida. Assim, as funções do ecossistema nesses sistemas podem melhorar as diretrizes de projeto para planos de plantio e manutenção entre diferentes climas e regiões, fornecendo orientação sobre o desenvolvimento de planos de plantio.

O meio filtrante de biorretenção pode oferecer serviços de regulação e suporte. A microbiota realiza a ciclagem de nutrientes, sustentação do ecossistema e formação de solo (Figura 3) (CARDOSO e FREITAS, 2016). As percentagens, entre parênteses, indicam a contribuição de cada um desses serviços ecossistêmicos. Os macro invertebrados contribuem para a eficiência do ciclo de nutrientes (CARLISLE e CLEMENTS, 2005 *apud* MOORE E HUNT, 2012) e no controle de populações de pragas (especialmente mosquitos) (GREENWAY *et al.*, 2003 *apud* MOORE E HUNT, 2012)). As comunidades de invertebrados contribuem para outras funções ecossistêmicas como o crescimento das plantas, infiltração de água, remoção de patógenos das plantas, desnitrificação, armazenamento de nutrientes no solo, absorção de metais pesados pelas plantas, trituração de matéria orgânica grossa e decomposição (MEHRING *et al.*, 2016).

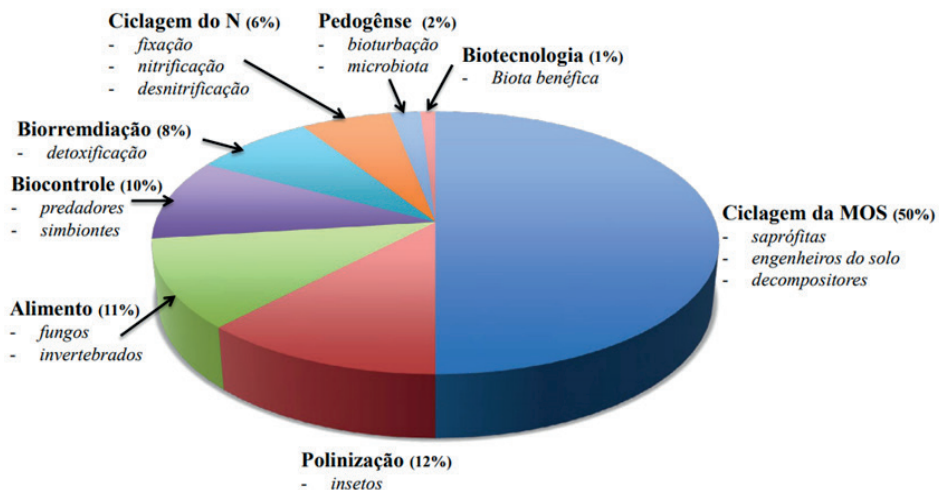


Figura 4-Valoração dos serviços ecossistêmicos desempenhados pela diversidade microbiana dos solos.

Fonte: Pimentel *et al.*, 1997 *apud* Cardoso e Freitas, 2016.

Dentro da Teoria Ecológica da Biodiversidade há consenso de que pelo menos um número mínimo de espécies seja essencial para o funcionamento do ecossistema sob condições constantes e que um número maior de espécies é, provavelmente, essencial para manter a estabilidade dos processos do ecossistema na mudança de ambiente (LOREAU, 2001). Desta forma, os fenômenos de complementariedade das plantas otimizam a função de absorção de nutrientes, pois existem plantas que preferencialmente removem diferentes nutrientes (N *versus* P), absorvem diferentes formas de nitrogênio (NO₃⁻, NH₄ ou NO₂) de diferentes fontes (água, solo, ar) ou funcionam melhor sob condições diferentes (claro, escuro, molhado, seco, saturado) (LEVIN e MEHRING, 2015).

Os SB, como já discutido nos tópicos anteriores, possuem uma alta eficiência na função de remoção, contenção e remediação de poluentes no sistema urbano, mas sua capacidade é finita para conter contaminantes (WEERASUNDARA, 2016), dependendo diretamente da configuração do SASP, em que os processos físico-químicos otimizam as funções de retenção de poluentes e nutrientes e, conseqüentemente, favorecem os serviços de regulação (purificação da água) e de suporte (ciclagem de nutrientes e recuperação do solo), além de aumentar o tempo útil de vida da biorretenção e diminuir a frequência de manutenção do solo saturado por contaminantes. A presença da cobertura vegetal pode reduzir os riscos de contaminação e reduzir os custos de manutenção, além de proporcionar habitats heterogêneos ricos em espécies que são considerados mais resilientes do que os habitats homogêneos (BENGTSSON *et al.*, 2002).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, sob a perspectiva ecológica, pode-se ampliar o potencial de uso de estruturas verdes no Brasil, a partir da avaliação de seus serviços ecossistêmicos se cria a possibilidade de recuperação do ecossistema urbano e, conseqüentemente, o aumento da resiliência deste ecossistema frente a desastres como alagamento e inundações. Frente à complexidade dos ecossistemas urbanos, fazem-se necessário estudos que aprofundem o uso de infraestruturas verdes e Sistemas de Biorretenção de forma interdisciplinar e integrada à infraestrutura urbana ampliando os benefícios à saúde física e mental da população das cidades. Assim, este artigo gostaria de ampliar a percepção sobre essas estruturas e instigar estudos mais inter e multidisciplinares para as cidades, como um grande organismo, um ecossistema urbano, tornando a ciclagem de nutrientes, matéria e energia de forma mais circular e menos impactante, como são os sistemas lineares baseados somente em infraestruturas cinzas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, D. C. **MODELAGEM E VALORAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS : UMA CONTRIBUIÇÃO DA ECONOMIA ECOLÓGICA.** [s.l: s.n.].

BENINI, S. M. **Infraestrutura verde como prática sustentável para subsidiar a elaboração de planos de drenagem urbana: Estudo de caso da cidade de Tupã/SP.** - Presidente Prudente - São Paulo: - UNESP - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2015.

BOUWMAN, A. F. *et al.* Nutrient dynamics , transfer and retention along the aquatic continuum from land to ocean : towards integration of ecological and biogeochemical models. 2013.

BUENO, R. DE FREITAS. **nitrificação e desnitrificação simultânea em reator com biomassa em suspensão e fluxo contínuo de esgoto.** [s.l.] Universidade de São Paulo, 2011.

BUSH, J.; DOYON, A. Building urban resilience with nature-based solutions: How can urban planning contribute? **Cities**, v. 95, n. July, p. 102483, 2019.

CARDOSO, E.; FREITAS, S. **Microbiologia Do Solo.** [s.l.] Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2016.

COMMISSION, E. **The Multifunctionality of Green Infrastructure Science for Environment Policy,** 2012.

COSTANZA, R. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253–260, 15 maio 1997.

DAVIS, A. *et al.* Bioretention Technology: Overview of Current Practice and Future Needs. **Journal of Environmental Engineering**, v. 135, n. 3, p. 109–117, 2009.

DIETZ, M. E.; CLAUSEN, J. C. A field evaluation of rain garden flow and pollutant treatment. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 167, n. 1–4, p. 123–138, 2005.

FLETCHER, T. D. *et al.* SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. **Urban Water Journal**, v. 12, n. 7, p. 525–542, 2015.

GLÁUCIA CECÍLIA GABRIELLI DOS SANTOS. **Comportamento de B, Zn, Cu, Mn e Pb em solo contaminado sob cultivo de plantas e adição de fontes de matéria orgânica como amenizantes do efeito tóxico**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 2005.

HALL, C. F. Orchidaceae do Parque estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás, Brasil. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 6, n. 1, p. 87–88, 2009.

HUNT, W. F. *et al.* Evaluating Bioretention Hydrology and Nutrient Removal at Three Field Sites in North Carolina. v. 132, n. 6, p. 600–608, 2007.

ISHIMATSU, K. *et al.* Use of rain gardens for stormwater management in urban design and planning. **Landscape and Ecological Engineering**, v. 13, n. 1, p. 205–212, 2017.

LEFEVRE, G. H. *et al.* Review of Dissolved Pollutants in Urban Storm Water and Their Removal and Fate in Bioretention Cells. 2010.

LEVIN, L. A.; MEHRING, A. S. Optimization of bioretention systems through application of ecological theory. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Water**, v. 2, n. 3, p. 259–270, maio 2015.

LI, H.; DAVIS, A. P. Heavy Metal Capture and. v. 42, n. 14, p. 5247–5253, 2008.

LIU, J. *et al.* Review and Research Needs of Bioretention Used for the Treatment of Urban Stormwater. **Water**, v. 6, n. 4, p. 1069–1099, 2014.

LOREAU, M. Biodiversity and Ecosystem Functioning: Current Knowledge and Future Challenges. **Science**, v. 294, n. 5543, p. 804–808, 26 out. 2001.

MEA. **Ecosystems and human well-being**. [s.l.: s.n.]. v. 5

MEHRING, A. S. *et al.* Soil invertebrates in Australian rain gardens and their potential roles in storage and processing of nitrogen. **Ecological Engineering**, v. 97, p. 138–143, 2016.

MOORE, T. L. C.; HUNT, W. F. Ecosystem service provision by stormwater wetlands and ponds - A means for evaluation? **Water Research**, v. 46, n. 20, p. 6811–6823, 2012.

PATAKI, D. E. *et al.* Coupling biogeochemical cycles in urban environments: Ecosystem services, green solutions, and misconceptions. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 9, n. 1, p. 27–36, 2011.

PAYNE, E. G. I. *et al.* Biofilter design for effective nitrogen removal from stormwater - Influence of plant species, inflow hydrology and use of a saturated zone. **Water Science and Technology**, v. 69, n. 6, p. 1312–1319, 2014.

PETERJOHN, W. T.; CORRELL, D. L. Nutrient Dynamics in an Agricultural Watershed : Observations on the Role of A Riparian Forest Author (s): William T . Peterjohn and David L . Correll Published by : Ecological Society of America Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/1939127> . NUTRIE. **Ecology**, v. 65, n. 5, p. 1466–1475, 1984.

READ, J. *et al.* Variation among plant species in pollutant removal from stormwater in biofiltration systems. **Water Research**, v. 42, n. 4–5, p. 893–902, 2008.

RIECHERS, Maraja et al. Cultural ecosystem services provided by urban green change along an urban-periurban gradient. *Sustainability*, v. 11, n. 3, p. 645, 2019.

SOUZA, C. F.; CRUZ, M. A. S.; TUCCI, C. E. M. Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, p. 9–18, 2012.

WANG, Y. *et al.* Effect of ecosystem services provided by urban green infrastructure on indoor environment: A literature review. **Building and Environment**, v. 77, p. 88–100, 2014.

WINFREY, B. K.; HATT, B. E.; AMBROSE, R. F. Biodiversity and functional diversity of Australian stormwater biofilter plant communities. **Landscape and Urban Planning**, v. 170, n. November 2017, p. 112–137, fev. 2018.

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](https://www.instagram.com/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