

# Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

2



Daniel Sant'Ana  
(Organizador)

# Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

2



Daniel Sant'Ana  
(Organizador)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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

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

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

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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. 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  
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

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Secconal Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista



**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Giovanna Sandrini de Azevedo  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Daniel Sant'Ana

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

B299 Base de conhecimentos gerados na engenharia ambiental e sanitária 2 / Organizador Daniel Sant'Ana. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-745-1

DOI 10.22533/at.ed.451211901

1. Engenharia Ambiental e Sanitária. 2.  
Conhecimentos. I. Sant'Ana, Daniel (Organizador). II. Título.  
CDD 628

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

## APRESENTAÇÃO

A coleção *“Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária”* tem como objetivo disseminar o estado atual do conhecimento das diferentes áreas das ciências ambientais e sanitárias, apresentando a evolução do campo científico por meio de diferentes tipos de trabalhos que abordam os aspectos tecnológicos, políticos, econômicos, sociais e ambientais desta disciplina.

Os processos de produção industrial têm gerado grandes volumes de efluentes que podem causar sérios danos ambientais caso os contaminantes presentes na água não sejam removidos. Efluentes da indústria têxtil descarregam corantes em seus resíduos e, com isso, os primeiros três capítulos apresentam diferentes processos de tratamento para sua remoção.

Um dos desafios atuais no tratamento de efluentes está na remoção eficaz de contaminantes emergentes. Os capítulos subsequentes apresentam técnicas de adsorção são apresentadas para remoção de antibiótico em efluentes doméstico (Capítulo 4) e fosfato em sistemas de tratamento de águas residuárias (Capítulo 5). Soluções alternativas no processo de tratamento do esgoto doméstico (Capítulo 7), ou até mesmo o reúso de água provenientes de lagoas de estabilização (Capítulo 6), promovem economia financeira e reduzem impactos ambientais.

Ainda há muito o que evoluir na gestão de resíduos sólidos, desde sua geração até a sua disposição final. Mesmo assim, diferentes estudos vêm apontando soluções com o intuito de mitigar impactos ambientais. Por exemplo, no Capítulo 8, vemos a busca de soluções no processo de secagem de lodo provenientes de lagoas de estabilização (Capítulo 8) para seu aproveitamento como fertilizante ou condicionador de solo.

Evidentemente, quanto maior o número de habitantes de uma cidade, maior são os problemas gerados por resíduos urbanos. Com isso, o Capítulo 9 apresenta indicadores de geração de resíduos domésticos como forma de categorizar o tipo de resíduo e estimar o volume sendo gerado diariamente. É de suma importância traçar um plano de ação para estimular a reciclagem de resíduos sólidos, otimizar os processos de reciclagem (Capítulo 10) e promover a conscientização e educação da população (Capítulo 11). Pois o descuido no descarte de resíduos pode causar sérios danos ambientais pela contaminação do solo (Capítulos 12 e 13).

Um dos maiores desafios do século XXI está na redução da emissão de poluentes na atmosfera, não apenas pelo seu impacto sobre as mudanças climáticas, mas também pelo seu impacto na saúde pública. Com isso, os últimos capítulos abordam os danos ambientais causados por queimas controladas na agricultura, indústria e queima de combustíveis fósseis.

Este segundo volume contou com a contribuição de pesquisadores de diferentes

partes do país, México e Inglaterra, trazendo de forma interdisciplinar, um amplo espectro de trabalhos acadêmicos relativos ao tratamento de efluentes industriais, tratamento de esgotos domésticos, reúso de água, gestão de resíduos, contaminação ambiental e qualidade do ar. Por fim, desejo que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Daniel Sant'Ana

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ESTUDIO TEÓRICO Y EXPERIMENTAL DE PROCESOS FOTOCATALÍTICOS APLICADOS A COLORANTES INDIGOIDES**

Maria Elba Ortiz Romero Vargas

Marina Violeta Gómez Chávez

Verónica Camargo

**DOI 10.22533/at.ed.4512119011**

### **CAPÍTULO 2..... 13**

#### **DECOLORACIÓN DEL COLORANTE ÍNDIGO CON *ASPERGILLUS NIGER* INMOVILIZADO SOBRE CELULOSA OBTENIDA DE ESPINAS DE NOPAL**

Maria Elba Ortiz Romero Vargas

Federico Augusto Trampe Torija

Raymundo Guzmán Gil

Margarita González-Brambila

José Luis Contreras Larios

Marina Violeta Gómez Chávez

**DOI 10.22533/at.ed.4512119012**

### **CAPÍTULO 3..... 25**

#### **DESCOLORAÇÃO DE ALARANJADO DE METILA EM BATELADA E EM PROCESSO CONTÍNUO**

Cássia Sidney Santana

Otávio Henrique Campos Hamdan

Alisson Henrique Marques da Silva

Bruno Andrade Trindade

Daniele Massote Gibram

Marcelo da Silva Batista

**DOI 10.22533/at.ed.4512119013**

### **CAPÍTULO 4..... 35**

#### **ADSORÇÃO DO ANTIBIÓTICO SULFAMETOXAZOL EM MEIO AQUOSO EMPREGANDO CARVÃO ATIVADO**

Ismael Laurindo Costa Junior

Bruna Ataíde Barros Fonseca

Juliana Bortoli Rodrigues Mees

**DOI 10.22533/at.ed.4512119014**

### **CAPÍTULO 5..... 55**

#### **AVALIAÇÃO DA ADSORÇÃO DE FOSFATO POR GOETHITA NATURAL OBTIDA POR PROCESSO DE DISSOLUÇÃO SELETIVA EM COMPARAÇÃO COM GOETHITA NANOPARTÍCULA SINTÉTICA**

Marcelo Hidemassa Anami

Nathalia Pravatto dos Santos

Gabriella de Moraes Valentim

Maria Eduarda Aranega Pesenti

Leonardo Carmezini Marques  
Jefferson Sussumu de Aguiar Hachiya  
**DOI 10.22533/at.ed.4512119015**

**CAPÍTULO 6..... 66**

**AVALIAÇÃO DA PRÁTICA DE REÚSO COM EFLUENTE DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO**

Marcel Chacon de Souza  
Andre Luis Calado Araújo  
Juliana Delgado Tinôco Araújo

**DOI 10.22533/at.ed.4512119016**

**CAPÍTULO 7..... 74**

**USO DE FLOCOS DE PEAD RECICLÁVEL (POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE) COMO MEIO SUPORTE EM REATOR MBBR TRATANDO ESGOTO SANITÁRIO**

Bruno de Oliveira Freitas  
Maria Teresa Hoffmann  
Luiz Antônio Daniel

**DOI 10.22533/at.ed.4512119017**

**CAPÍTULO 8..... 82**

**ESTUDO DE SECAGEM DE LODO DE LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO EM ESTUFA AGRÍCOLA**

Leticia Amadeu Freddi  
Danielle Bolandim Costa  
Tsunao Matsumoto

**DOI 10.22533/at.ed.4512119018**

**CAPÍTULO 9..... 95**

**GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS EN CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO**

José Luis Guevara Franco  
Laura Patricia Flores Castillo  
Norma Angélica Oropeza García  
José Alfonzo Canche Uuh  
Alondra Martínez Flores

**DOI 10.22533/at.ed.4512119019**

**CAPÍTULO 10..... 99**

**IDENTIFICAÇÃO DE RESINAS TERMOPLÁSTICAS PELO TESTE DE CHAMA**

César Augusto Canciam

**DOI 10.22533/at.ed.45121190110**

**CAPÍTULO 11..... 107**

**PROJETO ESCOLA RESÍDUO ZERO – PERZ (ESTUDO DE CASO EM GOIÂNIA)**

Diógenes Aires de Melo  
Giovane Moraes Toledo  
Camila Batista do Carmo

Fabiola Adaienne Oliveira  
Patrícia Elias Sahium  
**DOI 10.22533/at.ed.45121190111**

**CAPÍTULO 12..... 125**

**CONTAMINAÇÃO POR METAIS TÓXICOS EM ATERROS: IMPACTOS AO MEIO AMBIENTE E À SAÚDE HUMANA**

Lúrian Sâmia de Lacerda Ferreira  
Luze Daiane da Silva Pereira  
Ruy Bessa Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.45121190112**

**CAPÍTULO 13..... 130**

**EFEITO DO PH NA LIXIVIAÇÃO E SOLUBILIDADE DE COMPOSTOS DA AREIA DESCARTADA DE FUNDIÇÃO**

Luanna Di Mario Rocha  
Maria Magdalena Ribas Döll  
Lilian Tais de Gouveia

**DOI 10.22533/at.ed.45121190113**

**CAPÍTULO 14..... 145**

**MUDANÇA TEMPORAL DO USO DO SOLO NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE PEDRA DO CAVALO**

Israel Henrique Ribeiro Rios  
Ana Júlia Dantas Pitangueira  
Lis Correia Barreto

**DOI 10.22533/at.ed.45121190114**

**CAPÍTULO 15..... 159**

**<sup>14</sup>C COMO TRAZADOR DE QUEIMA DE BIOMASSA EN MÉXICO**

Marina Violeta Gómez Chávez  
Maria Elba Ortiz Romero Vargas  
Corina Solís Rosales  
Efraín Chávez Lomelí  
Javier Miranda del Campo  
Javier Aragón Navarro  
Miguel Ángel Martínez Carrillo  
Telma Gloria Castro  
Oscar Augusto Peralta Rosales

**DOI 10.22533/at.ed.45121190115**

**CAPÍTULO 16..... 170**

**ESTUDO DA DEMANDA DE QUEIMA CONTROLADA DE CAMPOS NATIVOS EM MUNICÍPIOS DA REGIÃO SERRANA DE SANTA CATARINA NOS ANOS DE 2009 A 2018**

Débora Cristina Correia Cardoso  
Daniely Neckel Rosini  
Jordana dos Anjos Xavier  
Valter Antonio Becegato

Vitor Rodolfo Becegato  
Alexandre Tadeu Paulino

**DOI 10.22533/at.ed.45121190116**

<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>185</b>
<b>MEASUREMENT AND MATHEMATICAL MODELLING OF ODOR GASES IN A COLLAGEN AND GELATINE PLANT</b>	
Rafael Geha Serta	
Ângelo Breda	
Juliana Pilato Rodrigues	
Marcio Barreiro Gonçalves	
Antônio Augusto Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45121190117</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>192</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>193</b>



# CAPÍTULO 14

## MUDANÇA TEMPORAL DO USO DO SOLO NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE PEDRA DO CAVALO

Data de aceite: 04/01/2021

Data de submissão: 08/12/2020

### Israel Henrique Ribeiro Rios

Universidade Federal da Bahia  
Salvador - Bahia

<http://lattes.cnpq.br/0617853690904233>

### Ana Júlia Dantas Pitangueira

Universidade Federal da Bahia  
Salvador - Bahia

<http://lattes.cnpq.br/8847601212013650>

### Lis Correia Barreto

Universidade Federal da Bahia  
Salvador - Bahia

<http://lattes.cnpq.br/9356429779457515>

**RESUMO:** Uma Área de Proteção Ambiental (APA) é uma Unidade de Conservação preconizada pela lei 9985/00, que estabelece critérios para gestão das unidades de conservação. Numa APA, área extensa, o processo de ocupação deve ser disciplinado e deve-se assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. O mapa de uso do solo é o artifício de utilizamos para observar a organização da ocupação humana e a manutenção dos sistemas ambientais numa localidade. Esse trabalho visa observar a mudança no uso do solo na APA de Pedra do Cavalo através de ferramentas de classificação geo-espaciais, avaliando se existe tendência de aumento das áreas verdes, e como mudou a área desde a criação dessa unidade de conservação, em 1997, até o ano de 2016.

**PALAVRAS-CHAVE:** Uso do solo, Área de Proteção Ambiental, Unidade de Conservação

### LAND USE TEMPORAL CHANGE IN PEDRA DO CAVALO ENVIRONMENTAL PROTECTION AREA

**ABSTRACT:** An Environmental Protection Area (APA) is a Conservation Unit recommended by law 9985/00, which establishes criteria for the management of conservation units. In an APA, a large area, the occupation process must be disciplined and the sustainability of the use of natural resources must be ensured. The land use map is the artifice we use to observe the organization of human occupation and the maintenance of environmental systems in a locality. This work aims to observe the change in land use in the APA of Pedra do Cavalo through geospatial classification tools, assessing whether there is a tendency to increase green areas, and how the area has changed since the creation of this conservation unit in 1997, until the year 2016.

**KEYWORDS:** Land use, Environmental Protection Area, Conservation Unit.

## 1 | INTRODUÇÃO

De acordo com o artigo 225º da Constituição Federal (BRASIL, 1988), “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Assim sendo, uma das formas

do Poder Público assegurar tal direito, foi a instituição do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) por meio da Lei nº 9.985/2000, que estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. Entre os diversos tipos de unidades de conservação, as Áreas de Proteção Ambiental (APAs) constituem a classe de gestão menos restritiva. No entanto, é importante que as regras de zoneamento para estes locais sejam corretamente implementadas, a fim de que os recursos naturais sejam preservados e os serviços oferecidos pela natureza continuem sendo realizados.

As ferramentas de georreferenciamento são, hoje, artifícios imprescindíveis para a avaliação ambiental e de uso do solo dos mais variados locais. Através de uma ferramenta de classificação de mapas de sensoriamento remoto, é possível executar com razoável precisão, o uso do solo de uma bacia hidrográfica, um município ou, no caso desse trabalho, uma unidade de conservação. A especificidade das APAs é que sua ocupação deve ser disciplinada e deve ser assegurada a sustentabilidade dos recursos naturais.

A APA de Pedra do Cavalo foi criada pelo Decreto Estadual nº 6548 de 18 de julho de 1997. A APA está localizada no entorno do lago de Pedra do Cavalo, nos municípios de Feira de Santana, Antonio Cardoso, Santo Estevão, Cabeceiras do Paraguaçu, Governador Mangabeira, Muritiba, São Félix, Cachoeira, Conceição de Feira e São Gonçalo dos Campos, conforme Figura 1. De acordo com o Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Inema, a região da APA de Pedra do Cavalo é caracterizada pela coexistência de ambiente úmido ao sul, e semi-árido ao norte, sendo assim, um ambiente influenciado por tipos climáticos com características diferentes.

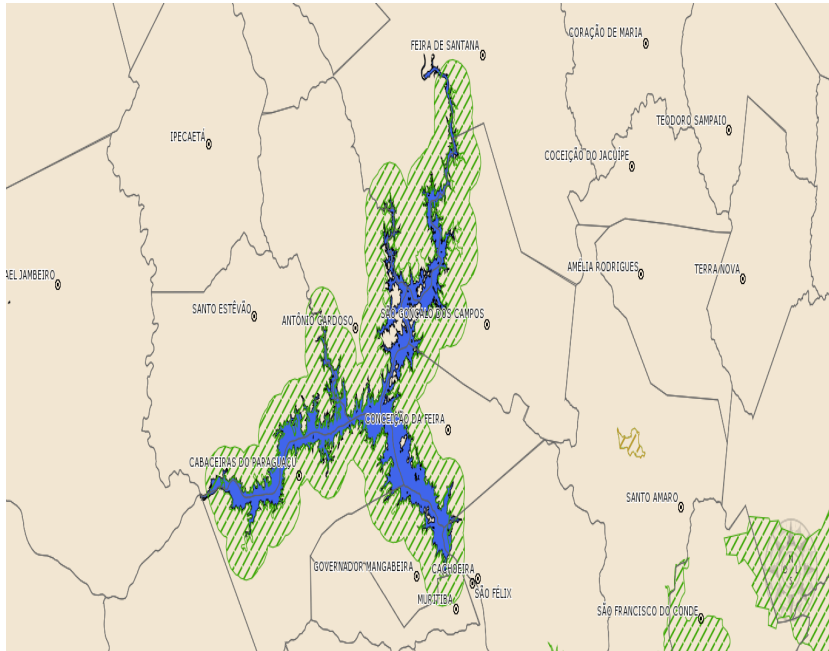


Figura 1 – APA de Pedra do Cavalho

Fonte: Geobahia, 2019.

Com isso, esse trabalho avaliou a diferença na mudança de uso do solo a partir da criação da APA, dividindo-o em interferência humana, áreas verdes e corpo d'água.

## 2 | OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é mapear o uso do solo da APA de Pedra do Cavalho, observando se houve mudança significativa nele.

Já os objetivos específicos são:

- Classificar o uso do solo através de ferramentas geoespaciais de 1997 até 2016
- Analisar tendência de aumento em áreas de interferência humana ou áreas verdes através de ferramentas estatísticas
- Observar a ocorrência de estiagem nos períodos utilizados

## 3 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As Unidades de Conservação são espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob

regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. Segundo a lei 9985/00, as unidades de conservação se dividem em: de Proteção Integral e de Uso Sustentável. As U.C. de Proteção Integral têm função de proteção do meio ambiente, enquanto as de Uso Sustentável tem função de conservação. A Área de Proteção Ambiental é um tipo de U.C. de Uso Sustentável, é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. A APA de Pedra do Cavalo contém o reservatório de Pedra do Cavalo (Rio Paraguaçu), que abastece muitos municípios baianos.

De acordo com Genz (2006), a Barragem de Pedra do Cavalo tem um volume de armazenamento de 4,631 km<sup>3</sup>, na conta 120 m; esse volume é capaz de oferecer uma vazão regularizada de projeto de 79 m<sup>3</sup>/s, para 95% de garantia de atendimento à demanda.

A Barragem de Pedra do Cavalo está localizada no Rio Paraguaçu. O Rio Paraguaçu é o principal afluente da Baía de Todos os Santos e, além disso, possui um importante papel histórico e social. O Paraguaçu nasce na Chapada Diamantina, em um clima de montanha, depois atravessa uma extensa faixa de semiárido e deságua no litoral, onde o clima é mais úmido (GENZ, 2006).

Entre os processos históricos envolvendo a região do entorno do Rio Paraguaçu, Palma (2007) ressalta que as respectivas margens do rio tiveram uma valorização fundiária alta, o que pode ter sido um problema para desapropriação dessas terras. Porém, este problema não se compara ao permanente agravante às margens do lago da Pedra do Cavalo: a falta de planejamento para realocação das famílias Ribeirinhas.

Ainda segundo Palma (2007), a medida adotada pelo governo para solucionar a questão dessa população desapropriada foi a estruturação de reassentamentos em municípios da região. Contudo, a falta de regularização fundiária tornou-se um problema ainda maior com a criação da APA, pois a maioria dos núcleos dos reassentamentos estão localizados em áreas de proteção permanentes (definidas pelo Código Florestal), ou seja, o problema permanece ainda que em outro local.

Segundo Santos (2012) ainda que os espaços geográficos se alterem ou mudem de valor, o espaço se modifica para atender às mudanças da sociedade. Logo, entendendo a importância do espaço das unidades de conservação, entende-se que a APA pode ser uma importante medida ambiental para a conservação dos corpos hídricos.

Para averiguar de que modo é a ocupação do território é que se faz necessária a execução do uso do solo. O mapeamento de uso do solo pode ser feito a partir de imagens de satélite, e sendo processado a classificação por cores (pixels). Segundo Tullio e Trindade (2019), uma das formas de identificar e classificar os pixels de uma imagem de satélite é através da classificação supervisionada, onde o usuário identifica alguns dos

pixels pertencentes às classes desejadas (áreas de treino) e o software localiza todos os demais pixels pertencentes àquelas classes (GANAN et al., 2005). Uma das ferramentas disponíveis para este tipo de classificação é o Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) (CONGEDO, 2018), um complemento para o software de uso livre QGIS.

Ainda para Tullio e Trindade (2019), o SCP tem sido amplamente utilizado nos mais diversos campos de estudo, como por exemplo análise de catástrofes ambientais (VIEIRA; TEODORO; GOMES, 2016) e impactos ecológicos (POTIĆ et al., 2017), efeitos da urbanização (DARMANTO; VARQUEZ; KANDA, 2017) e análise de áreas agrícolas (ESCOLÀ et al., 2017). É importante afirmar que, quanto menor a escala, mais precisa fica a classificação, pois o mapa agrega mais detalhes. Assim como feito no trabalho de Santos et al (2018), o mapeamento de uso e ocupação do solo vem sendo fundamental para análises na gestão ambiental, em avaliações de biodiversidade e no apoio às tomadas de decisões, tanto no ramo ambiental, quanto no social e políticas econômicas (SOUZA; TEIXEIRA; SILVA, 2009). Ainda para Santos et al apud ROSA (2011), os sistemas de sensoriamento remoto disponíveis atualmente permitem a obtenção de dados de grande relevância de maneira fácil, gratuita, rápida e confiável que auxilia para o levantamento, mapeamento e exploração das informações de ocupação do solo de uma determinada região.

É importante o conhecimento de que os testes paramétricos são utilizados para amostras normais e para amostras de número de amostras maior que 30. Para comparação de duas amostras dependentes, como a mesma amostra em tempos distintos do tempo, pode-se utilizar o teste t pareado se a distribuição se comporta como normal.

## 4 | METODOLOGIA

Este trabalho foi executado a partir de imagens históricas obtidas no software Google Earth, onde cada imagem foi adaptada para a área da APA, e classificada através de um complemento do QGIS. As classificações abordadas foram: área de interferência humana, áreas verdes e área de corpo d'água. Após isso, foi calculada a área correspondente a cada classificação e feitas as análises estatísticas no programa PAST.

## 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a classificação de imagens do Google Earth feitas pelo programa QGIS, temos alguns dos mapas gerados nas Figuras 2 a 5 a seguir. É importante colocar que a escala dos mapas é de 1:50.000, diminuindo um pouco a precisão dos pixels da classificação automática.

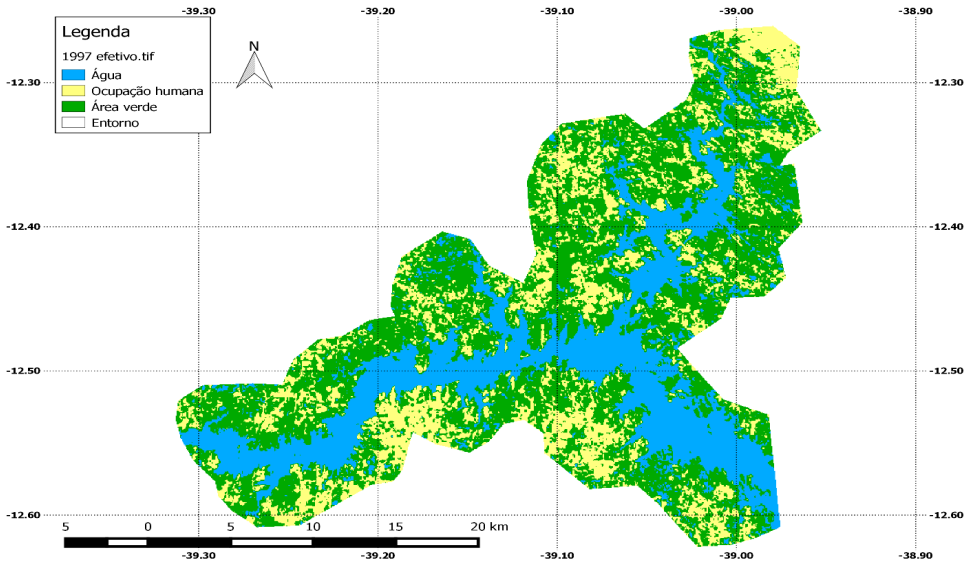


Figura 2 – Uso do solo 1997

Fonte: Autoria própria

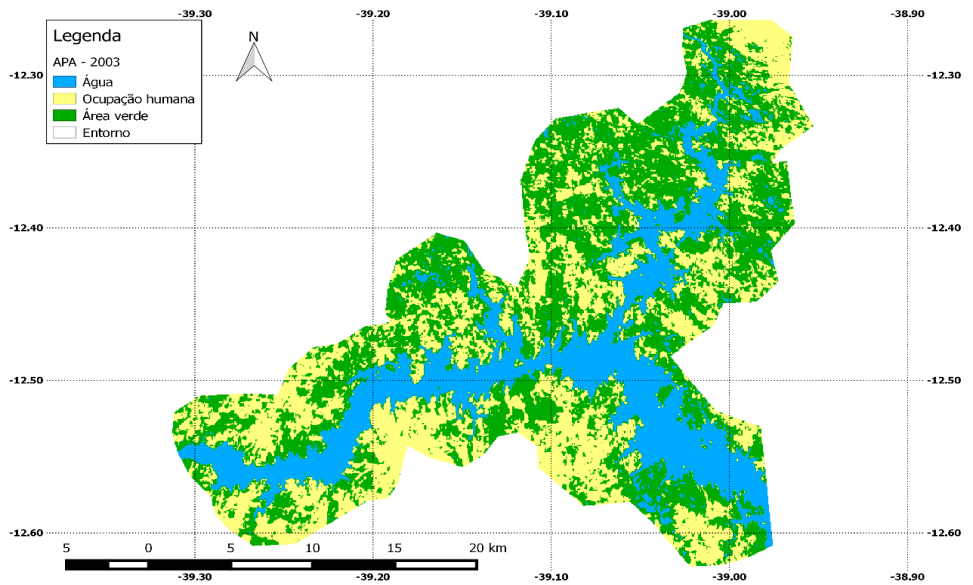


Figura 3 – Uso do solo 2003

Fonte: Autoria própria

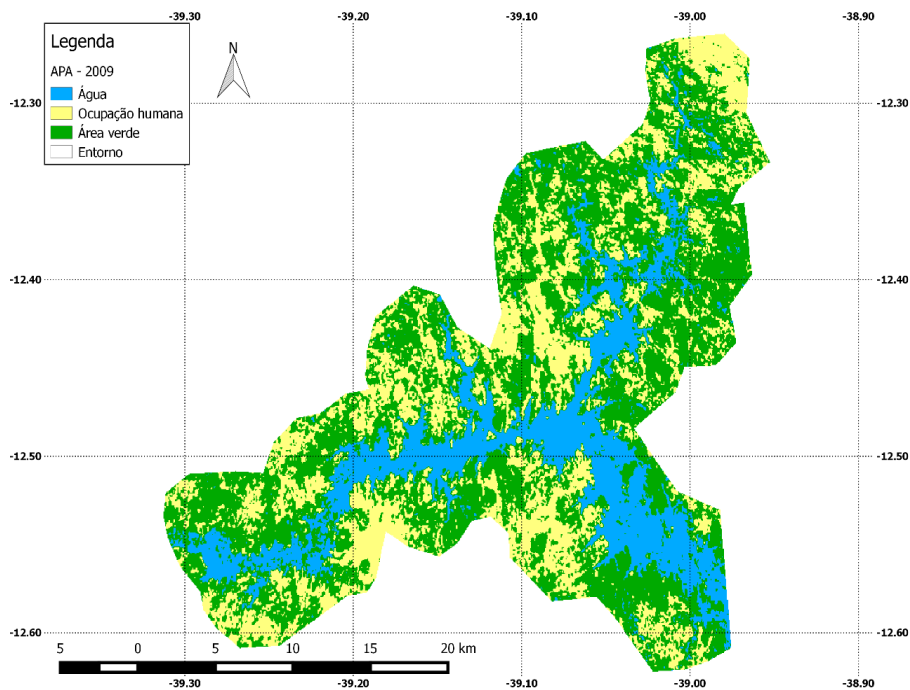


Figura 4 – Uso do solo 2009

Fonte: Autoria própria

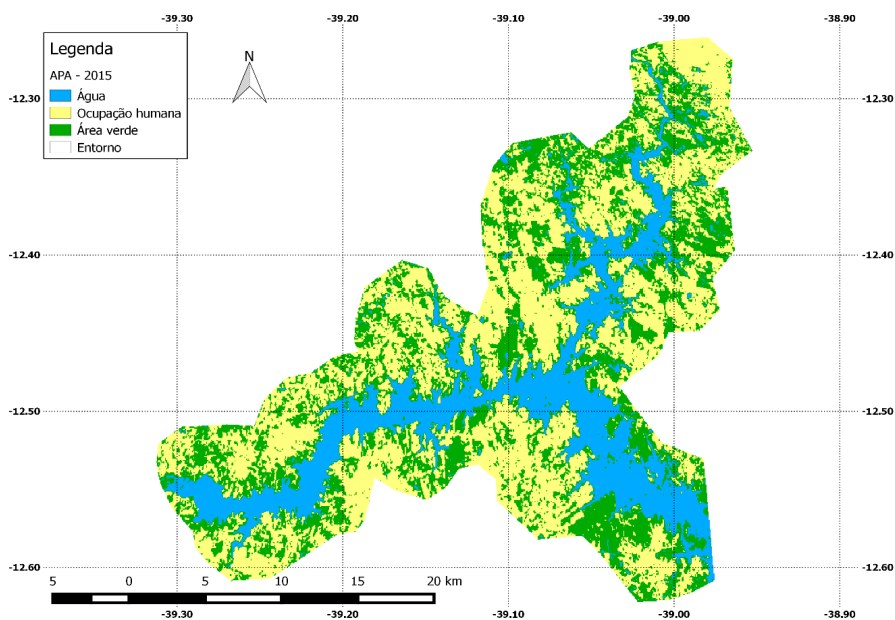


Figura 5 – Uso do solo 2015

Fonte: Autoria própria

As áreas referentes a cada tipo de uso do solo e a área total para cada ano constam no Quadro 1 abaixo:

Ano	ÁREA INTERFERÊNCIA HUMANA (km <sup>2</sup> )	ÁREA VERDE (km <sup>2</sup> )	ÁREA CORPO D'ÁGUA (km <sup>2</sup> )	ÁREA TOTAL (km <sup>2</sup> )
2016	1622,27	1716,52	1248,66	4587,45
2015	2123,54	988,41	1113,82	4225,77
2014	2445,89	979,31	1189,66	4614,86
2013	2149,09	1774,06	384,92	4308,07
2012	2316,31	1608,74	1100,83	5025,88
2011	1508,77	2405,68	1144,72	5059,17
2010	946,90	2659,35	1285,95	4892,20
2009	1510,72	2492,32	827,26	4830,30
2008	2079,18	1816,75	1339,81	5235,75
2007	1317,05	2782,01	810,84	4909,90
2006	1199,27	2720,31	1400,83	5320,41
2005	2066,84	1975,74	1232,54	5275,11
2004	2020,71	1812,39	1367,50	5200,59
2003	1728,56	1981,08	1507,18	5216,82
2002	983,12	2570,94	1437,34	4991,40
2001	1206,49	2307,65	1455,70	4969,84
2000	986,68	2563,96	1439,16	4989,80
1999	766,58	2761,37	1453,75	4981,70
1998	770,42	3029,08	1244,85	5044,36
1997	790,58	2050,95	1597,62	4439,15

Quadro 1 – Áreas

Fonte: Autoria própria

Consta no Quadro 2 e na Figura 6, a porcentagem correspondente a cada tipo de uso do solo, comparando-se à área total.



Ano	Porcentagem de área de interferência humana (%)	Porcentagem de área verde (%)	Porcentagem de área de corpo d'água (%)
2016	35,36329174	37,41767913	27,21902914
2015	50,25218703	23,39002869	26,35778429
2014	53,00025528	21,22083036	25,77891436
2013	49,88527123	41,17996772	8,934761053
2012	46,08767288	32,00913264	21,90319448
2011	29,82251891	47,55090356	22,62657753
2010	19,35534116	54,35895507	26,28570377
2009	31,275844	51,59763116	17,12652484
2008	39,71130725	34,6990323	25,58966045
2007	26,82434628	56,66120783	16,51444589
2006	22,54092459	51,12977985	26,32929556
2005	39,18096479	37,45391991	23,3651153
2004	38,8554002	34,84962201	26,29497779
2003	33,13444698	37,97481989	28,89073314
2002	19,6963472	51,50739029	28,7962625
2001	24,27627342	46,43302824	29,29069834
2000	19,77395866	51,3839892	28,84205214
1999	15,38793785	55,43026678	29,18179537
1998	15,27300625	60,04899179	24,67800196
1997	17,80918459	46,20138869	35,98942671

Quadro 2 – Proporção de uso do solo

Fonte: Autoria própria

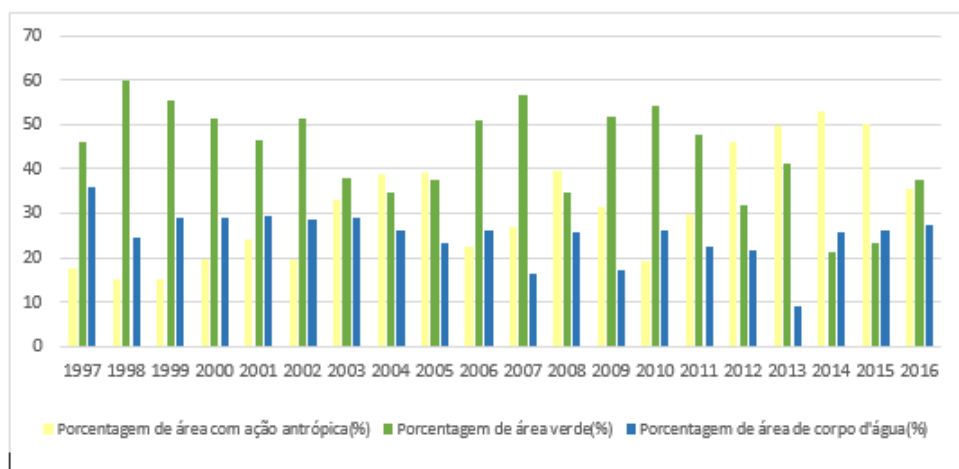


Figura 6 – Proporção de uso do solo

Fonte: Autoria própria

Com isso, para avaliar a mudança na área de cada tipo de uso, foi realizado um teste de normalidade em cada coluna do quadro acima. O resultado do teste, realizado no programa PAST, se encontra no Quadro 3 a seguir:

Teste de normalidade	ÁREA OCUPAÇÃO HUMANA	ÁREA VERDE	ÁREA CORPO D'ÁGUA
<b>Shapiro-Wilk W</b> <b>0</b>	0,9309	0,9467	0,8901
<b>p(normal) 0</b>	0,1604	0,3192	0,02698

Quadro 3 – Testes de normalidade

Fonte: Autoria própria

Pode-se observar que a hipótese nula (de que a distribuição é normal) foi aceita para os dados de área de ocupação humana e os relacionados às áreas verdes da APA (valor de p maior que 5%). Para os dados de área de corpo d'água a hipótese de normalidade não é aceita, pois o valor de p é menor que 5%, ou seja, menor que 0,05.

Apesar de não ser aceitável afirmar que a distribuição das áreas “alagadas” é normal, pode-se utilizar as informações geradas para inferir sobre a disponibilidade hídrica na APA. Sobre os dados apresentados acima, vale ressaltar que a variação observada no percentual referente à área de corpo d'água é determinada pelas próprias limitações do *software* utilizado, assim como pelos aspectos climáticos da região, em que períodos de seca interferem na superfície. Observa-se que o ano mais crítico em relação à redução da porcentagem das áreas “alagadas”, foi 2013, quando a mesma foi de apenas 8,93%; o segundo ano mais crítico foi 2007, quando a relação aumentou para 16,51%. A Figura 7 abaixo mostra bem a discrepância desse valor de 2013 quando comparada aos outros valores amostrais.

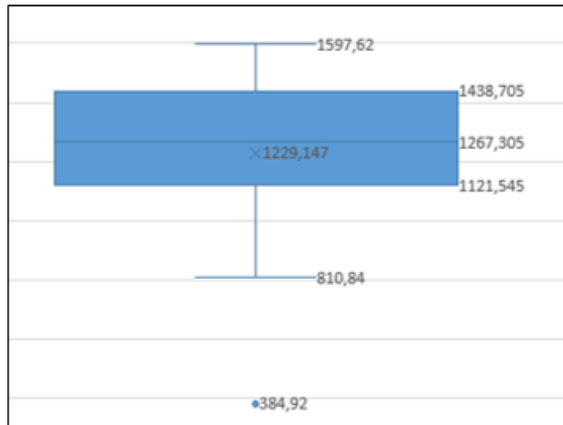


Figura 7 - Gráfico tipo Boxplot das áreas de corpo d'água

Fonte: Autoria própria

Após a determinação dos quartis, é possível calcular os limites superior e inferior, que neste caso equivalem a 1.597,62 km<sup>2</sup> e 810,84 km<sup>2</sup>, respectivamente. Qualquer valor fora do intervalo definido entre estes limites é considerado um outlier, ou seja, um ponto discrepante. Conforme a observação do boxplot, pode-se verificar a existência de um único outlier, esse relacionado justamente a área de corpos d'água observada em 2013.

Em relação à suposta redução da massa de água no ano de 2013, foi possível verificar que os municípios de Governador Mangabeira, Cabeceiras do Paraguaçu, Antônio Cardoso e Santo Estevão decretaram situação de calamidade, nesse ano, por causa da estiagem (BRASIL, 2020). Já no ano de 2007, foi possível verificar, em uma reportagem (A TARDE, 2008), que de fato houve a concretização do evento.

Esses dois eventos podem indicar uma relação existente entre reduções significativas do percentual da área dos corpos d'água com períodos de escassez hídrica; sugere-se, portanto, a realização de um estudo mais aprofundado sobre o tema utilizando metodologia semelhante a esta.

Após realizado o teste de normalidade, pode-se usar as ferramentas estatísticas paramétricas para os dados de ocupação humana e áreas verdes. Como o objetivo é comparar dois momentos dessa área no tempo, os dados foram divididos em duas partes iguais (de 10 amostras cada) e feito o teste t para amostras dependentes, a fim de averiguar se há diferença significativa entre as médias de área em dois momentos distintos – no caso desse trabalho os anos de 1997 à 2006 e de 2007 à 2016.

<b>Teste t pareado - interferência humana</b>	
Depois(N: 10)	Antes(N:10)
Mean:38,158	Mean: 24,593
Median:37,537	Median:21,157
<b>t test</b>	
Mean difference:13,565	95% conf:(7,7932 - 19,3377)
t :5,3164	p(same mean): 0,0004833
Exact:	p(same mean): 0,0039063

Quadro 4 – Teste t para área de interferência humana

Fonte: Autoria própria

<b>Teste t pareado - área verde</b>	
Depois(N: 10)	Antes(N:10)
Mean:40,009	Mean: 47,241
Median:39,299	Median: 48,781
<b>t test</b>	
Mean difference:7,2328	95% conf:(-1,08132 - 15,547)
t :-1,9679	p(same mean): 0,08061
Exact:	p(same mean): 0,083984

Quadro 5 – Teste t para áreas verdes

Fonte: Autoria própria

Como é possível inferir nos quadros acima, o teste t para as áreas de interferência humana mostra que há sim diferença significativa entre as áreas nos dois momentos avaliados, pois o valor de p é muito menor que 5%, sendo aceita a hipótese alternativa (há diferença entre as médias). Já o teste t para áreas verdes, a hipótese alternativa não pode ser aceita, pois o valor de p é maior que 5%, apesar das médias terem uma diferença significativa de 7,3 unidades. Com isso, pode-se afirmar que há uma mudança na área de interferência humana na área da APA, aumentando nos dez anos posteriores comparados aos anteriores – já que o valor de t é positivo. Não é possível afirmar que houve mudança nas áreas verdes.

Por fim, foi averiguado a tendência de crescimento da área de interferência humana da APA, e qual função poderia estimar melhor a forma como essa área cresce ao longo do

tempo. Essa estimativa, feita no Excel, está na Figura 8 abaixo:

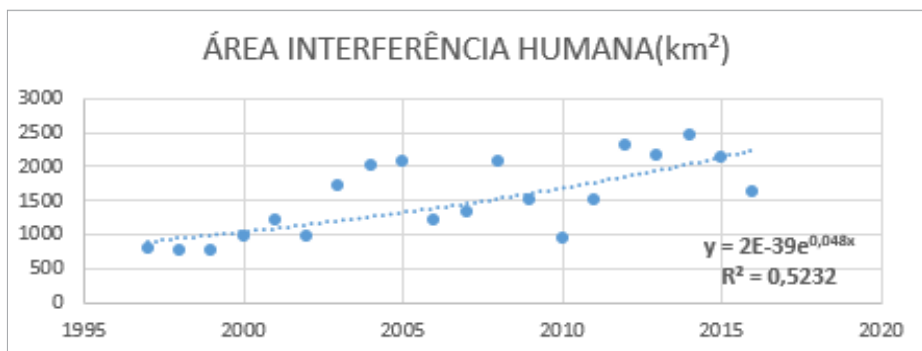


Figura 8 – Tendência de crescimento da área de interferência humana

Fonte: Autoria própria

Já o gráfico de tendência para as áreas verdes, consta na Figura 9 abaixo.

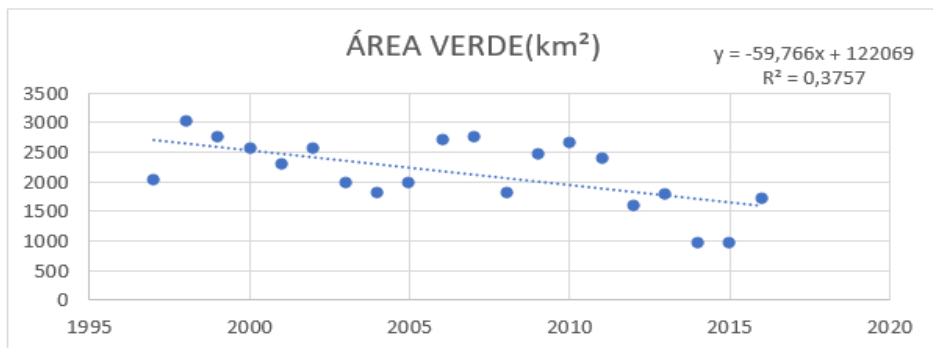


Figura 9 – Tendência de decrescimento das áreas verdes

Fonte: Autoria própria

O tipo de função que melhor se adequou aos dados da amostra de interferência humana foi a função exponencial, com um  $R^2$  de 0,52 – que mostra que não é uma associação muito forte. Já o gráfico de áreas verdes, com a linha de tendência linear, teve um  $R^2$  de 0,38 – valor muito baixo e ajudando a confirmar de que não é possível afirmar que as áreas verdes diminuam.

## 6 | CONCLUSÃO

As Áreas de Proteção Ambiental, sendo um tipo de unidade de conservação, necessita de uma gestão adequada do poder público no que tange à preservação dos recursos naturais. No âmbito desse trabalho, observou-se a mudança no uso do solo da APA de Pedra do Cavalo, dividindo a em área de interferência humana, áreas verdes e áreas de corpo d'água. Através desta análise pelo programa QGIS, constatou-se períodos de estiagem do corpo hídrico (2013 mais intensamente), e avaliou-se a mudança das áreas de cada tipo de uso. Observou-se que a área de interferência humana entre 2007 e 2016 é maior do que a área de interferência humana entre 1997 e 2006, contrastando com o objetivo de criação da APA em 1997.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei 9985/2000**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.

CAZULA, Leandro Pansonato; AVELINO, Patrícia Helena Miranda. **Metodologias para mapeamento de uso e ocupação da terra de bacia hidrográfica: um exemplo aplicado na bacia do Ribeirão Lajeado/SP – Brasil**. 2010.

GENZ, F. **Avaliação dos Efeitos da Barragem Pedra do Cavalo sobre a Circulação Estuarina do Rio Paraguaçu e Baía De Iguape**. Universidade Federal da Bahia- Instituto de Geociências Curso de Pós-Graduação em Geologia. Salvador, Bahia, 2006.

INEMA. **APA-Lago de Pedra do Cavalo**. Disponível em: <<http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/unidades-de-conservacao/apa/apa-lago-de-pedra-do-cavalo/>>. Acessado em 23. Jun. 2020.

PALMA, Eduardo Gabriel Alves. **Aplicação da Legislação Ambiental no Território de Pedra do Cavalo: O caso do núcleo de Reassentamento Ilha de São Gonçalo**. Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências Departamento de Geografia, Programa de Pós- Graduação em Geografia. 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/19365/1/Eduardo%20Gabriel%20Alves%20Palma.pdf>>.

SANTOS, Milton. **Pensando o Espaço do Homem / Milton Santos**. 5 ed., 3.reimpr. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 2012.

SANTOS, Juliana Lima dos et al. **Análise de série histórica de uma área de proteção ambiental utilizando classificação supervisionada em software livre e gratuito**. IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, São Bernardo do Campo/SP, 2018.

BRASIL, **Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2ID**. Disponível em: <<https://s2id-search.labtrans.ufsc.br/>>. Acesso em: 4 dez. 2020.

TULLIO, Leonardo; TRINDADE, Weverton Carlos Ferreira. **Classificação de imagens do sensoriamento remoto para fins de mapeamento de solo**. Ponta Grossa, Paraná, 2019.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Adsorção 35, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 63, 64, 65, 70, 71, 139, 140

Aerosoles 159, 160, 161, 162, 163, 166, 167, 168

Alaranjado de metila 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33

Área de proteção ambiental 145, 148, 158

Área superficial elevada 74

Aspergillus niger 13, 14, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24

Aterros 125, 131, 132

### C

Celulosa 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24

Colorantes 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 18, 21

Compostagem 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 117, 118, 119, 120, 121, 123, 124

Contaminação ambiental 26, 130

Contaminação hídrica 56

### D

Decantador de coluna 82

### F

Fármacos 35, 36, 37, 38, 39, 46, 47

Floco decantador de manta de lodo 82

Fósforo 55, 56, 57, 58, 62, 63, 64, 65, 66, 70, 71

### I

Índigo carmín 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 21, 22, 23

### L

Lodo de lagoa de estabilização 82, 93

### M

Mathematical air dispersion modeling 186

Meio ambiente 36, 37, 46, 56, 72, 94, 101, 120, 124, 125, 128, 129, 145, 146, 148, 170, 171, 172, 174, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183

Meio suporte alternativo 74, 75, 76

Metais tóxicos 125, 126, 128

Micropoluentes 35, 39

## **O**

Odour monitoring 186

Odour sensors 186

Óxidos de ferro 55, 57, 58, 59, 62, 63

## **P**

Plástico reciclável 74

Processo contínuo 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33

Processo de lixiviação 130, 131

Processo em batelada 25, 26, 27, 28, 31, 33

## **Q**

Queima de biomassa 159, 160, 161, 162, 166, 167, 168

## **R**

Radiocarbono 160, 161, 162, 167

Reação de Fenton 26

Resíduo sólido 108

Resíduos sólidos domiciliares 95, 96, 97

Resíduo zero 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 121, 123, 124

Resinas 99, 100, 101, 104

## **S**

Saneamento rural 56

Saúde humana 37, 125, 126, 128, 170, 171, 172, 178

Secagem em estufa agrícola 82, 88, 89, 90, 93

Solubilização 130

## **T**

Termoplásticos 99, 100, 105

Tratamiento de agua 1, 13, 14

## **U**

Unidade de conservação 145, 146, 158

Uso do solo 145, 146, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 158, 172, 178, 180, 186



# Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

## 2

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

## 2

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 