

# Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários

Helenton Carlos da Silva  
(Organizador)

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

# Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários

Helenton Carlos da Silva  
(Organizador)

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecário**

Maurício Amormino Júnior

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

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  
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 Internazionele 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> 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<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> 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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
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. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
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. 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  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
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. Lillian 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. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
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. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
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  
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



## Avaliação, diagnóstico e solução de problemas ambientais e sanitários

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecário** Maurício Amormino Júnior  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Helenton Carlos da Silva

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

A945 Avaliação, diagnóstico e solução de problemas ambientais e sanitários 1 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-5706-329-3  
DOI 10.22533/at.ed.293202508

1. Ecologia. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Saneamento. I.Silva, Helenton Carlos da.

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora e apresenta, em dois volumes com 34 capítulos, sendo 21 capítulos do primeiro volume e 13 capítulos no segundo volume, discussões de diversas abordagens acerca da importância da preocupação ambiental quanto a seus problemas ambientais e sanitários, considerando sempre sua avaliação, diagnóstico e solução destes problemas.

No campo do gerenciamento dos resíduos tem-se que é uma questão estratégica para as empresas, o que tem levado a busca de alternativas para o aproveitamento dos resíduos industriais, como cinzas provenientes da queima de matéria prima.

A poluição e os impactos causados pela produção e utilização de fontes convencionais de energia vêm mostrando um crescimento na busca por energias alternativas, das quais, na maioria dos casos, a solar demonstra ser a mais promissora. Dentre os vários locais em que os sistemas de energia solar podem ser implementados, destacam-se as estações de tratamento de água de esgoto dado os diversos benefícios que podem ser obtidos, como a redução de impacto ambiental e a atenuação do alto custo operacional destas atividades.

A água, como recurso natural e limitado, é fundamental para o desenvolvimento humano e para viver no planeta. A utilização descontrolada levou esse recurso à exaustão, evidenciando a importância da consciência ambiental e o aumento da pesquisa no assunto. Uma das ações que ampliam a racionalidade do uso desse recurso é o recolhimento e armazenamento da chuva para uso posterior. Como ferramenta para detectar e analisar esses dados, destaca-se o monitoramento dos sistemas de armazenamento. Dessa forma, isso integra a tecnologia de ações preventivas, além de promover mudanças positivas para reduzir o desperdício desse recurso, obtendo também menor impacto ambiental.

As questões relacionadas ao ambiente evoluíram do pensamento de que a natureza é uma fonte infindável de recursos naturais até o reconhecimento de que a humanidade deveria mudar sua relação com o ambiente. A partir da necessidade de se reverter a degradação do meio ambiente, surge a Educação Ambiental como um meio de formar cidadãos com um novo pensamento moral e ético e, conseqüentemente, uma nova postura em relação às questões ambientais.

Os ambientes costeiros são os mais diretamente afetados pelo descarte irregular de materiais, devido à grande concentração de pessoas nas cidades litorâneas, o que prejudica inúmeros ecossistemas e compromete a vida no planeta como um todo.

Diante da necessidade da busca de solução que visa à garantia de um abastecimento de qualidade e em quantidade suficiente à população, o crescimento populacional, a industrialização e o processo de urbanização têm cada vez mais contribuído com o aumento da escassez de água no Brasil e no mundo.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos que apresentam avaliações,

análises e desenvolvem diagnósticos, além de apresentarem soluções referentes aos problemas ambientais e sanitários. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista a preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ABORDAGENS DE FONTES/COLHEITAS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS EM MICRO/MACRO ESCALA NO CAMPUS UNIVERSITÁRIO DA REGIÃO SUL**

Jorge Luis Palacios Felix  
Alessandro Cassiano Vargas do Nascimento  
Thaís Cordeiro Prates  
Thanity Braun Kaufmann  
Francesco Jurinic

**DOI 10.22533/at.ed.2932025081**

### **CAPÍTULO 2..... 11**

#### **APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP NA ESCOLHA DE UMA CIDADE PERNAMBUCANA PARA A INSTALAÇÃO DE UMA CENTRAL HELIOTÉRMICA**

Yago Fraga Ferreira Brandão  
Diogo Vignoli Diu  
Isabela Alves da Silva  
Wagner Eustáquio de Vasconcelos

**DOI 10.22533/at.ed.2932025082**

### **CAPÍTULO 3..... 20**

#### **APROVEITAMENTO DA CINZA PROVENIENTE DE DIFERENTES FONTES DE GERAÇÃO DE ENERGIA: UM ESTUDO COMPARATIVO**

Mariana Gomes Oliveira  
Júlia Nercolini Göde  
Renata Bulling Magro  
Taciana Furtado Ribeiro  
Diego Hoefling Souza

**DOI 10.22533/at.ed.2932025083**

### **CAPÍTULO 4..... 27**

#### **DESENVOLVIMENTO DE UM ALGORITMO PARA INTEGRAR UM SISTEMA DE GESTÃO DE COMBUSTÃO EM USINAS TERMELÉTRICAS A CARVÃO**

Yago Fraga Ferreira Brandão  
Valdemir Alexandre dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.2932025084**

### **CAPÍTULO 5..... 36**

#### **DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA AS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA E EFLUENTES DE LAGES/SC**

Renata Bulling Magro  
Mariana Gomes Oliveira  
Isabella Alessandra Branco  
Camila Luzia Rufino  
Aline Schroeder

**DOI 10.22533/at.ed.2932025085**

**CAPÍTULO 6..... 43**

**VIABILIDADE DE INSERÇÃO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA LIMPA MEDIANTE UM SISTEMA SOLAR FOTOVOLTÁICO (ON GRID) PARA REDUÇÃO DE CO<sub>2</sub> e GASTOS COM ENERGIA NA UNIVASF CAMPUS JUAZEIRO-BA**

Edgardo Guillermo Camacho Palomino

Leonardo Alves de Melo

Liudson Rafael Pires Ribeiro

Túlio Salomão de Sá Carvalho

Vítor Moreira de Oliveira

Jenifer Tejada Cardoso

Tainara Tejada Camacho

**DOI 10.22533/at.ed.2932025086**

**CAPÍTULO 7..... 55**

**AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO NO AR EM UMA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Yago Fraga Ferreira Brandão

Diogo Vignoli Diu

Isabela Alves da Silva

Wagner Eustáquio de Vasconcelos

**DOI 10.22533/at.ed.2932025087**

**CAPÍTULO 8..... 60**

**DIGRESSÃO HISTÓRICA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS PROVENIENTES DE CONFLITOS POLÍTICOS E BELICOSOS NOS HOTSPOTS DE BIODIVERSIDADE**

Eric Bem dos Santos

Hernande Pereira da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.2932025088**

**CAPÍTULO 9..... 63**

**IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA MINIMIZAÇÃO DA GERAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL – ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA**

Eduardo Antonio Maia Lins

Annielle Cristine Peixoto Carvalho dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.2932025089**

**CAPÍTULO 10..... 72**

**POLUIÇÃO POR RESÍDUOS SÓLIDOS E MICROPLÁSTICOS EM AMBIENTES COSTEIROS**

Lucas Ferreira Corrêa

Andrea Viana Macedo

Emanuelle Assunção Loureiro Madureira

Rebeca Oliveira Castro

André Luiz Carvalho da Silva

Ana Beatriz Pinheiro

**DOI 10.22533/at.ed.29320250810**

<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>86</b>
PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DE UMA UTR – UNIDADE DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NA ILHA DE COTIJUBA, BELEM DO PARÁ	
Clodomir Barros Pereira Junior Vicente de Paula Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29320250811</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>106</b>
O USO DA TÉCNICA DA GRAVIMETRIA EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR COMO FERRAMENTA DE APOIO A POLÍTICAS AMBIENTAIS	
Armando Dias Duarte Paulo Sérgio da Silva Pinheiro Flávio José Cordeiro de Andrade Filho Jefferson Carlos de Oliveira Ribeiro Costa Thayse Diniz Pedrosa José Floro de Arruda Neto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29320250812</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>112</b>
OCUPAÇÃO DO ESPAÇO POR ATIVIDADES HUMANAS: PROPOSTA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL NO LITORAL SUL DO BRASIL	
Daniela Marques Nunes Jéssica da Silveira Prezzi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29320250813</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>121</b>
REAPROVEITAMENTO DO ÓLEO VEGETAL DE COZINHA PARA PRODUÇÃO DE PASTA CASEIRA PARA LIMPEZA DE ALUMÍNIO	
Juliana Cristina Ferreira de Lima Luana Santana dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29320250814</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>128</b>
SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO AO ZONEAMENTO E PLANEJAMENTO AMBIENTAL ANTE EVENTOS EXTREMOS NA ZONA DA MATA SUL DO ESTADO DE PERNAMBUCO	
Eric Bem dos Santos Hernande Pereira da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29320250815</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>134</b>
USO DE INDICADORES DE ARBOVIROSES COMBINADO COM O MÉTODO MULTICRITÉRIO PROMETHEE II COMO FERRAMENTA DE SUPORTE PARA A TOMADA DE DECISÃO	
Armando Dias Duarte Thayse Diniz Pedrosa José Vitor Silva Aragão José Floro de Arruda Neto	

Paulo Sérgio da Silva Pinheiro  
Flávio José Cordeiro de Andrade Filho

**DOI 10.22533/at.ed.29320250816**

**CAPÍTULO 17..... 145**

**INFLUÊNCIA DE ILHAS DE CALOR NA FORMAÇÃO DE ARBOVIROSES - ESTUDO DE CASO NO BAIRRO DE BOA VIAGEM, RECIFE, PE**

Eduardo Antonio Maia Lins  
Giselle de Freitas Siqueira Terra  
Sérgio de Carvalho Paiva  
João Victor de Melo Silva  
Adriana da Silva Baltar Maia Lins  
Ana Carolina Albuquerque Barbosa  
Cecília Maria Mota Silva Lins  
Andréa Cristina Baltar Barros  
Manuela Cristina Mota Lins  
Josicléia de Souza Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.29320250817**

**CAPÍTULO 18..... 157**

**USO DO GEOPROCESSAMENTO NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO**

Mariana Veloso Nollys Braga

**DOI 10.22533/at.ed.29320250818**

**CAPÍTULO 19..... 169**

**VERMICOMPOSTAGEM COMO FILTRO PARA TRATAMENTO DE BIOFERTILIZANTE OBTIDO DA BIODIGESTÃO DE DEJETOS DA BOVINOCULTURA**

Eunice Helena Ellwanger  
Marcelo Luis Kronbauer

**DOI 10.22533/at.ed.29320250819**

**CAPÍTULO 20..... 175**

**INFLUÊNCIA DA MUDANÇA DE PARÂMETROS OPERACIONAIS DE UMA CALDEIRA NA EMISSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS**

Yago Fraga Ferreira Brandão  
Diogo Vignoli Diu  
Isabela Alves da Silva  
Wagner Eustáquio de Vasconcelos

**DOI 10.22533/at.ed.29320250820**

**CAPÍTULO 21..... 181**

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA A SAÚDE HUMANA**

Raquel Rego Rodrigues de Deus  
Bárbara Gonçalves Reis  
Paola Ressurreição Moreira  
Mariana Moreau de Almeida Soares Vieira

**DOI 10.22533/at.ed.29320250821**

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>190</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>191</b>



## USO DE INDICADORES DE ARBOVIROSES COMBINADO COM O MÉTODO MULTICRITÉRIO PROMETHEE II COMO FERRAMENTA DE SUPORTE PARA A TOMADA DE DECISÃO

Data de aceite: 03/08/2020

Data de submissão: 03/06/2020

### Armando Dias Duarte

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
Caruaru-PE  
<http://lattes.cnpq.br/5704187021277285>

### Thayse Diniz Pedrosa

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
Caruaru-PE  
<http://lattes.cnpq.br/4518857230591561>

### José Vitor Silva Aragão

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
Caruaru-PE  
<http://lattes.cnpq.br/9652887497705133>

### José Floro de Arruda Neto

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
Caruaru-PE  
<http://lattes.cnpq.br/3025059926483138>

### Paulo Sérgio da Silva Pinheiro

Faculdade do Belo Jardim (AEB/FBJ)  
Belo Jardim-PE  
<http://lattes.cnpq.br/4309047796768727>

### Flávio José Cordeiro de Andrade Filho

Faculdade do Belo Jardim (AEB/FBJ)  
Belo Jardim-PE  
<http://lattes.cnpq.br/7497342182999972>

**RESUMO:** Para identificar possíveis soluções para os problemas ambientais, os usos de indicadores estão presentes para relacionar

fatores que se apresentem como críticos na busca de melhoria, tanto ambiental, quanto no contexto social. Devido ao crescimento das cidades de forma desordenada, determinar a salubridade ambiental pode ser entendida como a localidade estudada, está passiva dos efeitos das intervenções antrópicas. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo estabelecer um *ranking* dos bairros da cidade de Caruaru – PE, através do método de apoio a decisão multicritério PROMETHEE II, onde foram escolhidos os critérios de casos confirmados do vírus da Dengue, *Chikungunya* e o Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti* – LIRAA, de forma a auxiliar os tomadores de decisão na escolha dos bairros para a priorização de investimentos nas áreas sociais e ambientais. A partir da análise dos resultados, foi elaborado *ranking* com os bairros que necessitam de intervenções ambientais e sociais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Prevenção, seleção, tomada de decisão.

### USE OF ARBOVIROSIS INDICATORS COMBINED WITH THE MULTICRITERIAL METHOD PROMETHEE II AS A SUPPORT TOOL FOR DECISION-MAKING

**ABSTRACT:** In order to identify possible solutions to environmental problems, the uses of indicators are present to relate factors that present themselves as critical in the search for improvement, both environmental and in the social context. Due to the disorderly growth of cities, determining environmental health can be understood as the studied locality, it is passive of

the effects of anthropic interventions. Given the above, this study aimed to establish a ranking of neighborhoods in the city of Caruaru - PE, using the multicriteria decision support method, PROMETHEE II, where the criteria for confirmed cases of the Dengue virus, Chikungunya and the Survey were chosen and the Rapid Index Survey for *Aedes Aegypti* - LIRAA, in order to assist decision makers in choosing neighborhoods for prioritizing investments in social and environmental areas. Based on the analysis of the results, a ranking was drawn up with the neighborhoods that need environmental and social interventions.

**KEYWORDS:** Prevention, selection, decision making.

## 1 | INTRODUÇÃO

### 1.1 Crescimento das cidades

O crescimento populacional nos países em desenvolvimento, como o Brasil, caracteriza-se pelas altas taxas natalidade, taxas de mortalidade em declínio, expansão territorial urbana, ampliação do sistema de produção e consumo industrial, que contribui para os problemas ambientais (FONTANA *et al.*, 2015; MARCHI, 2015). Num ambiente urbano, onde o processo de urbanização é rápido e dinâmico, a situação da população é influenciada pelo meio ambiente, a demográfica, as questões socioculturais e político-econômicas; estas mudanças podem alterar a qualidade devida da população, comprometendo a saúde através do surgimento de doenças relacionadas a alteração do meio ambiental local (SEGURADO; CASSENOTE; LUNA, 2016). Segundo a Lei N° 11.445 que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, os serviços públicos de saneamento são prestados segundo os princípios ambientais de: coleta de resíduos e a disposição de água de esgoto (BRASIL, 2007). Apesar dos avanços e investimentos no setor, os níveis de saneamento básico no país não são satisfatórios, o que acarreta o aumento dos casos de arboviroses com a Dengue, assim como é evidenciado por César *et al.* (2016) na cidade de Juazeiro do Norte – CE, e o Zika Vírus que de acordo com Eickmann *et al.* (2016) foi identificado desde 2015 como um agente etiológico de doença exantemática aguda que foi a causadora de diversos casos de microcefalia na cidade do Recife-PE. Geralmente os investimentos de serviços ligados ao saneamento e recursos hídricos são insuficientes para garantir boas condições de salubridade, neste caso fazendo-se necessário, a adoção de critérios que visem estabelecer prioridades para a aplicação dos recursos disponíveis, buscando maximizar os benefícios. Para isso, é preciso fazer uso de ferramentas comprovadamente eficientes e que sejam de fácil adoção.

### 1.2 Índices e Indicadores

Para analisar a qualidade dos serviços básicos a população, pode-se utilizar indicadores e índices como instrumentos de aferição de fenômenos e conceitos que possuem características e propriedades similares (BERNARDES; BERNARDES; GÜNTHER, 2018). De acordo com as Nações Unidas, os indicadores desempenham uma função importante

para os políticos por possibilitarem, na maioria das vezes a conduzirem melhores decisões e ações efetivas, simplificando e agregando informações (UN, 2007). À medida que os problemas urbanos se transformam, os indicadores devem permitir a diversidade dos problemas ambientais urbanos, ao mesmo tempo em que permitam incorporar as questões de gestão, políticas públicas e arranjo institucional; a proposta é dar um sentido durável à cidade mediante a transformação da relação entre o meio ambiente e o homem (MARTINS & CÂNDIDO, 2015). Em Duarte (2018) foi detalhado que a criação de um indicativo para bairros, a ser utilizado em diferentes contextos e realidades, é possível identificar o nível de necessidades de uma região, cuja análise se faz possível para investimentos futuros em áreas de priorização.

Além dos estudos de qualidade de vida, de acordo com Seidl & Zannon (2004), os indicadores podem ser usados para avaliar a eficácia, eficiência e do impacto de determinados tratamentos na comparação entre procedimentos para o controle de doenças. Almeida (2011) complementa que a relação entre saúde e qualidade de vida demonstra o perfil das populações em relação às condições e aos parâmetros em que estão ocorrendo em suas vidas, que os dados gerados, possibilitam a comparação dos grupos. Contudo, Gonçalves & Vilarta (2004) atentam para o fato de que é um desafio para os indicadores gerar formulações que permitam expressar a correspondência entre as melhoras dos índices coletivos e de satisfação pessoal.

### 1.3 Problemática de decisões

Tomar decisões é considerado uma atividade das mais relevantes entre os gestores e o tema tem interessado a uma quantidade de estudiosos no assunto, quanto a uma demanda que abrange problemas de decisão das organizações, envolvendo múltiplos objetivos e está inserido nas áreas da Ciência da Gestão e Pesquisa Operacional.

Roy (1996) define quatro tipos de problemáticas: Problemática  $P. \alpha$  (Problemática de Escolha): escolha de um subconjunto entre os espaços de ações; Problemática  $P. \beta$  (Problemática de Classificação): alocação de cada ação a uma classe, a alocação é feita baseada nos valores intrínsecos de cada ação a uma categoria (ou classe) em comparação com classes pré-definidas; Problemática  $P. \gamma$  (Problemática de Ordenação): ordena um conjunto de ações a serem seguidas; Problemática  $P. \delta$  (Problemática de Descrição): apoia a decisão através da descrição de ações e das consequências por adotá-las.

Gomes *et al.* (2002) exemplifica que a escolha do método depende da problemática analisada, do contexto do estudo, dos atores envolvidos, estrutura de preferências e a resposta na qual se deseja alcançar. Dentre a problemática de escolha, uma condição básica de um problema de decisão é a existência de pelo menos duas alternativas para que o decisor possa escolher dentre um conjunto para qual se deseja efetuar uma comparação (ALMEIDA, 2013). Problemáticas que visam a priorização de alternativas que sofrem influência de agentes tomadores de decisão, em que suas decisões refletem nos

aspectos técnicos, ambientais e sociais o uso de métodos da Escola Francesa que utilizam a sobreclassificação são frequentemente utilizados (MORAIS; ALMEIDA, 2006).

De acordo com Almeida (2013), os métodos de sobreclassificação são baseados na comparação par a par entre as alternativas, onde é explorada a relação de sobreclassificação que tem algumas características que os distinguem dos métodos de agregação por meio de critério único de síntese. As avaliações das alternativas são não compensatórias. Nesse contexto a família de métodos PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) surge com os estudos iniciais por Jean-Pierre em 1982 (BRANS, 1982) e modificadas ao longo dos anos para o auxílio de problemas mais complexos (BRANS; VINCKE; MARESCHAL, 1986; BRANS & MARESCHAL, 1994).

Para a construção de um modelo Brans & Mareschal (2002) explicam que são duas fases: 1) construção de uma relação de sobreclassificação, agregando informações entre os critérios e as alternativas. 2) exploração dessa relação para apoio à decisão.

#### 1.4 Estudos de modelos multicritérios com indicadores ambientais

De Carvalho, Curi e Curi (2013) em seu estudo utilizou uma metodologia de indicadores ambientais e da análise de multicritério para identificar a situação hidroambiental de 30 municípios da Paraíba, através de 51 indicadores (critérios) a partir de 7 dimensões. Os autores concluem que é observado a possibilidade de introdução de novas variáveis por diferentes agentes decisores e que resultados mais consistentes podem ser obtidos com a inclusão dos atores sociais na ponderação e na escolha dos indicadores.

Carvalho *et al.* (2016) desenvolveram indicadores ambientais em aplicaram em conjunto o método PROMETHEE II para a análise da *performance* em indicadores em relação à saúde ambiental dos municípios que integram a região de Rio Taperoá – PB o que possibilitou a verificação do nível de saúde ambiental dos municípios, demonstrando as situações de vulnerabilidade. Os autores selecionaram 14 indicadores e 16 cidades e identificaram que 6 municípios estão em situação favorável no contexto geográfico em relação aos demais e concluem que o estudo contribuiu como uma ferramenta importante a ser utilizada pelo poder público.

#### 1.5 Estrutura dos métodos PROMETHEE

Segundo Almeida (2011) o grau de sobreclassificação das alternativas a sobre b (a,b) é obtido por:

$$\pi (a,b) = \sum_{i=1}^n p_i F_i (a,b) \quad (3)$$

Onde:

$p_i$  – peso que reflete a importância do critério;

$F_i (a,b)$  – função da diferença [ $g_i (a) - g_i (b)$ ] entre o desempenho das alternativas para cada critério  $i$ ;  $F_i (a,b) = 1$

Quando  $g_i (a) > g_i (b)$ ,  $F_i (a,b) = 1$  caso contrário  $F_i (a,b) = 0$ , isso corresponde ao

grau de sobreclassificação  $\pi(a,b)$  terá sua composição o peso  $p_i$  de cada critério  $i$ , para o qual a alternativa 'a' tenha melhor desempenho do que 'b'. A partir do modo de preferência do decisor, a função diferença pode aumentar para cada critério  $[g_i(a) - g_i(b)]$ , e assume valores entre 0 e 1.

O decisor deve fornecer um peso  $p_i$  para cada critério, o que representa a importância do critério, e são esses pesos que são obtidos o grau de sobreclassificação (ALMEIDA, 2013).

Para determinar as funções preferências Almeida (2011) demonstra através da Tabela 2 as diferentes formas de preferências que indicam a intensidade de acordo com a interpretação do decisor e os resultados do valor da função de diferença.

Critério	Função	Valor de F
(a) Usual	$[g_i(a) - g_i(b)] > 0$ $[[g_i(a) - g_i(b)] \leq 0$	$F_i(a,b) = 0$ $F_i(a,b) = 1$
(b) Quase-critério (q)	$[g_i(a) - g_i(b)] > q$ $[g_i(a) - g_i(b)] \leq q$	$F_i(a,b) = 1$ $F_i(a,b) = 0$
(c) Limiar de preferência	$[g_i(a) - g_i(b)] > p$ $[g_i(a) - g_i(b)] \leq p$ $[g_i(a) - g_i(b)] \leq 0$	$F_i(a,b) = 1$ $F_i(a,b) = \{[g_i(a) - g_i(b)] / p$ $F_i(a,b) = 0$
(d) Pseudo-critério (p)	$ g_i(a) - g_i(b)  > p$ $q <  g_i(a) - g_i(b)  \leq q$ $ g_i(a) - g_i(b)  \leq q$	$F_i(a,b) = 1$ $F_i(a,b) = 1/2$ $F_i(a,b) = 0$
(e) Área de indiferença (p) e (q)	$ g_i(a) - g_i(b)  > p$ $q <  g_i(a) - g_i(b)  \leq q$ $ g_i(a) - g_i(b)  \leq q$	$F_i(a,b) = 1$ $F_i(a,b) = \{ g_i(a) - g_i(b)  - q\} / (p-q)$ $F_i(a,b) = 0$
(f) Critério gaussiano	$[g_i(a) - g_i(b)] > 0$ $[g_i(a) - g_i(b)] \leq 0$	A preferência aumenta segundo uma distribuição normal $F_i(a,b) = 0$

Tabela 1: Critérios e funções preferências

Fonte: ALMEIDA (2011).

## 1.6 Fluxos de sobreclassificação

Para estabelecer a análise de sobreclassificação, dois indicadores são utilizados:

Fluxo de sobreclassificação de saída  $\Phi^+(a)$  da alternativa 'a':

$$\Phi^+(a) = \sum_{b \in A} \pi(a,b) \quad (4)$$

O fluxo positivo representa a "intensidade de preferência" de "a" sobre todas as alternativas "b" do conjunto de A. As melhores alternativas representam maiores valores de

$\Phi^+(a)$  (ALMEIDA, 2011).

Fluxo de sobreclassificação de entrada  $\Phi^-(a)$  da alternativa 'a':

$$\Phi^-(a) = \sum_{b \in A} \pi(a, b) \quad (5)$$

Para o fluxo de sobreclassificação de entrada  $\Phi^-(a)$ , representa a intensidade de preferência de todas as alternativas 'b' (no conjunto A) sobre a alternativa 'a'. Quanto menor  $\Phi^-(a)$ , melhor a alternativa (ALMEIDA, 2011).

Outra opção de indicador é o fluxo de sobreclassificação líquido  $\Phi(a)$ , cujos valores normalizados compreendem os valores de -1 e 1:

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \quad (6)$$

## 2 I MATERIAIS E MÉTODOS

A Figura 1 detalha a metodologia empregada no trabalho. Inicialmente foi realizada a revisão bibliográfica, cujos principais conceitos sobre indicadores e tomada de decisão foram abordados. Em seguida foram coletados os dados a serem utilizados para posteriormente serem elaborados os critérios pertinentes ao estudo. Logo após foi realizado a aplicação do método PROMETHEE II, através do *software Visual PROMETHEE Academic Edition*®. Por fim foram elaborados os resultados e posteriormente as discussões.

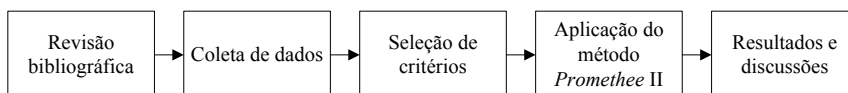


Figura 1 - Metodologia adotada

Fonte: Autores (2020).

### 2.1 Uso do método PROMETHEE II

As alternativas apresentadas no estudo foram adotadas a partir dos casos confirmados do vírus da Dengue e *Chikungunya*, no período compreendido entre 2015 a 2017. Os dados foram obtidos através da Gerência de Gestão do Trabalho e Educação em Saúde da prefeitura municipal de Caruaru (BRASIL, 2018) e a adição dos valores determinados pelo Manual do Levantamento Rápido de Índices para *Aedes Aegypti* – LIRAA, que procura identificar os criadouros predominantes e a situação de infestação do município (BRASIL, 2018). A Tabela 2 demonstra a avaliação dos critérios utilizados para que seja feita a comparação entre os bairros de forma que a escolha, seja o que apresentar o melhor fluxo líquido, representando a priorização de ações sanitárias e ambientais. Para os objetivos, optou-se por maximizar todos os critérios estabelecidos, de forma a identificar

os que necessitam de uma maior intervenção apresenta maior risco de surto das doenças citadas no estudo e casos confirmados das doenças.

	LIRAA (%)	Dengue (qtd.)	<i>Chikungunya</i> (qtd.)
Agamenom Magalhães	3,68	20	40
Alto do Moura	4,7	19	19
Boa Vista	4,3	40	13
Caiuca	4,53	30	11
Cedro	7,2	12	6
Centenário	5,71	28	10
Divinópolis	5,71	43	10
Indianópolis	3,8	40	15
João Mota	4,53	34	4
Kennedy	5,51	47	14
Maurício de Nassau	2,25	53	9
Morro Bom Jesus	5,71	3	0
Nova Caruaru	2,61	20	9
Petrópolis	3,68	59	53
Rendeiras	4,91	55	24
Riachão	6,86	28	6
Salgado	6,86	173	74
Santa Rosa	6	63	50
São Francisco	5,71	78	27
Vassoural	4,83	62	32

Tabela 2: Matriz de critérios

Fonte: Autores (2020).

Para determinar a ponderação dos pesos, o decisor deve atribuir um peso entre 0 a 10 a cada critério, o que representa a importância relativa ao nível de escala. Para o estudo, foi atribuído um peso único para os critérios, pois foi levado em consideração a igualdade dos indicativos.

Na função de preferência, foi levado em consideração que não existe preferência entre a e b, somente se  $g(a) = g(b)$ . Quando se é diferente, a alternativa que apresentar um maior valor será a que prevalecerá, logo o que caracteriza o critério (a) Usual descrito na Tabela 1.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

De posse dos dados obtidas com a matriz de alternativas, a Tabela 3 demonstra os resultados dos fluxos positivos, negativos e líquidos, onde é possível identificar o *ranking* entre os bairros.

	$\Phi$ (a)	$\Phi^*$ (a)	$\Phi$ (a)
Salgado	0,9474	0,9649	0,0175
Santa Rosa	0,7544	0,8772	0,1228
São Francisco	0,5965	0,7719	0,1754
Vassoural	0,4035	0,7018	0,2982
Rendeiras	0,2982	0,6491	0,3509
Petrópolis	0,2456	0,614	0,3684
Kennedy	0,1579	0,5789	0,4211
Divinópolis	0,0877	0,5088	0,4211
Centenário	-0,1053	0,4035	0,5088
Riachão	-0,1053	0,4211	0,5263
Indianópolis	-0,1404	0,4211	0,5614
Boa Vista	-0,1754	0,4035	0,5789
Cedro	-0,2105	0,386	0,5965
Agamenon Magalhães	-0,2281	0,3684	0,5965
Alto do Moura	-0,2281	0,386	0,614
Caiucá	-0,2456	0,3684	0,614
Maurício de Nassau	-0,386	0,2982	0,6842
João Mota	-0,4561	0,2632	0,7193
Morro Bom Jesus	-0,5263	0,2105	0,7368
Nova Caruaru	-0,6842	0,1404	0,8246

Tabela 3: Valores dos fluxos

Fonte: Autores (2019).

De posse das informações obtidas, do total de 20 bairros da cidade de Caruaru - PE. Os bairros que apresentam os maiores fluxos líquidos foram: Salgado (0,947), Santa Rosa (0,754), São Francisco (0,596) e Vassoural (0,403). É notório que devido as condições do estudo, esses bairros citados precisam de uma maior intervenção por parte do poder público, de forma que políticas preventivas sejam desenvolvidas através de campanhas educacionais e um aumento de ações efetivas dos agentes de saúde. Os bairros que apresentaram os menores índices foram (em ordem decrescente): Nova Caruaru (-0,684),



Morro Bom Jesus (-0,526), João Mota (-0,456) e Maurício de Nassau (-0,386).

Esse indicativo em comparação com os outros, demonstra que as ações desenvolvidas precisam continuar, de forma que o número de casos possa ser reduzido, porém com a urgência de ações para os bairros citados com os fluxos líquidos positivos.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como proposta a análise de indicativos ligados a arboviroses, com o auxílio do método de sobreclassificação PROMETHEE II como ferramenta de suporte através dos fluxos líquidos dos bairros, onde foi obtido um ranking das localidades que necessitam uma maior intervenção por parte do poder público. A ferramenta se apresentou como satisfatória, pois indica de forma clara e objetiva onde as ações deverão ser realizadas. Outro fato é a aplicabilidade da ferramenta em outros contextos, não só ligado a doenças vinculadas a arboviroses, mas a enfermidades que sejam de interesse de outras pesquisas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. T. **O conhecimento e o uso de métodos multicritério de apoio a decisão**. n.2, Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2011.

ALMEIDA, A. T. **Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério**. São Paulo: Atlas, 2013.

BERNARDES, C; BERNARDES, R. S.; GÜNTHER, W. M. R. **Proposta de índice de salubridade ambiental domiciliar para comunidades rurais: aspectos conceituais e metodológicos**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 23, n. 4, 2018.

BRANS, J. P. **L'ingénierie de la décision; Elaboration d'instruments d'aide à la décision. La méthode PROMETHEE. L'aide à la décision: Nature, Instruments et Perspectives d'Avenir**. Québec. 1982.

BRANS, J. P.; VINCKE, P.; MARESCHAL. B. **How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method**. European Journal of Operational Research. v. 24 p.228-238, 1986.

BRANS, J. P.; MARESCHAL. B. **The PROMCALC & GAIA decision support system for multicriteria decision aid**. Decision Support Systems. p.297-310, 1994.

BRANS, J.P; MARESCHAL, B. **Promethee-Gaia, une Methodologie d'Aide la Décision em Présence de Critères Multiples**. Éditions Ellipses, Bruxelles, 2002.

BRASIL. **Lei nº 11.445/2007 de 5 de janeiro de 2007: Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**. Diário oficial da união de 08/01/2007, P. 3. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm). Acesso em: 20 de jan. 2018, 2007.

BRASIL. Prefeitura Municipal de Caruaru. Gerência de Gestão do Trabalho e Educação em Saúde. **Relatório do número de casos confirmados de Dengue, Febre Chikungunya e Leptospirose**, 2018.

CARVALHO, J.R. M. de; ARAÚJO CARVALHO, E. K.M. de; DE ARAÚJO, S. M. S.; DANTAS, R. T. **Indicadores de Saúde Ambiental: uma abordagem através do Método Promethee II.** Revista Redes, v. .21, n. 2, p.160-181, 2016.

CÉSAR, C. V. de S. C.; CLEMENTINO, C. F. L.; MALHEIRO, D. R.; MOREIRA, I. C.; JUNIOR, J. L. de A. **Aspectos epidemiológicos da dengue associados ao índice pluviométrico, saneamento básico e drenagem em Juazeiro do norte.** Revista E-ciência, Juazeiro do Norte, v. 4, n. 1, p.74-81, 2016.

CONESAN. CONSELHO ESTADUAL DE SANEAMENTO. **Secretaria de Recursos Hídricos e Saneamento e Obras. Manual de Salubridade Ambiental – ISA.** São Paulo, p. 37, 1999.

DE CARVALHO, J. R. M., CURI, W. F., CURI, R. C., CARVALHO, E. K. M. D. A. **Metodologia para avaliar a sustentabilidade ambiental de municípios utilizando análise multicritério.** REUNIR Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade, v. 1, n. 1, p. 18-34, 2011.

DIAS, M. C. Índice de salubridade ambiental em áreas de ocupação espontânea: estudo em Salvador, Bahia. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, 2003.

DUARTE, A. D. **Indicador de salubridade ambiental para avaliação de áreas urbanas: Um estudo de caso no Agreste Pernambucano.** Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru-PE, 65p., 2018.

EGITO, T. B.; FONTANA, M. E.; MORAIS, D. C. **Seleção de alternativas de conservação de água no meio urbano utilizando abordagem multicritério.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 19, p. 209-221, 2015.

EICKMANN, S. H.; CARVALHO, M. D. C. G.; RAMOS, R. C. F.; ROCHA, M. A. W.; LINDEN, V. V. D.; DA SILVA, P. F. S. **Síndrome da infecção congênita pelo vírus Zika.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 7, n. 32, p.1-3, 2016.

FONTANA, R. L. M.; COSTA, S. S.; DA SILVA, J. A. B.; RODRIGUES, A. de J. **TEORIAS DEMOGRÁFICAS E O CRESCIMENTO POPULACIONAL NO MUNDO.** Ciências Humanas e Sociais Unit, Aracaju, v. 2, n. 3, p.113-124, mar. 2015.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério.** São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, A.; VILARTA, R. **Qualidade de Vida: identidades e indicadores.** Revista Qualidade de Vida e Atividade Física: Explorando Teorias e Práticas. Barueri: Manole, p. 03-25, 2004.

GÜNTHER, H. **Como elaborar um questionário. Série Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais,** n. 1. Brasília, DF: UnB, Laboratório de Psicologia Ambiental, 2003.

MORAIS, D. C.; ALMEIDA, A. T. **Modelo de decisão em grupo para gerenciar perdas de água.** Pesquisa Operacional, v. 26, n. 3, Rio de Janeiro/RJ, set./dez. 2006, p. 567-584, 2006.

MARCHI, C. M. D. F. **Novas perspectivas na gestão do saneamento: apresentação de um modelo de destinação final de resíduos sólidos urbanos.** Revista Brasileira de Gestão Urbana, Salvador, v. 1, n. 7, p.91-105, abr. 2015.

MARTINS, M. de F.; CÂNDIDO, G. A. **Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade Urbana: Os desafios do processo de Mensuração, Análise e Monitoramento.** *Revista Sustentabilidade em Debate*, v. 6, p. 138-154, 2015.

ROY, B. **Multicriteria Methodology for Decision Aiding.** Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996.

SEGURADO, A. C.; CASSENOTE, A. J.; LUNA, E. de A. **Saúde nas metrópoles – Doenças infecciosas. Estudos Avançados**, São Paulo, v. 86, n. 30, p.29-49, 2016.

SEIDL, E. M. F.; ZANNON, C. M. L. da Costa. **Qualidade de Vida e saúde: Aspectos conceituais e metodológicos.** *Caderno Saúde Pública*, v. 20, n. 2, p. 580-587, 2004.

TEIXEIRA, D. A.; PRADO FILHO, J. F.; SANTIAGO, A. F. **Indicador de salubridade ambiental: Variações da formulação e usos do indicador no Brasil.** *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 23, n. 3, p. 543-556, 2018.

UN. UNITED NATIONS. **Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies.** Third Edition. UNDESA, 2007.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ambiente saudável 56

### B

Bagaço de cana de açúcar 20, 21, 25

Biodigestor 169, 171

Biodiversidade 60, 61, 62, 73, 186, 188

Biomassa florestal 20, 21, 22, 24, 25

### C

Caldeira 175, 177, 178, 179, 180

Carro solar 1, 2, 7

Carvão mineral 26, 27, 28, 35

Cinzas 20, 21, 22, 24, 25, 26, 180

Combustão 22, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 175, 177, 178, 179

Construção civil 55, 56, 57, 59, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 87, 91, 190

### D

Dejetos bovinos 169

Destinação final 64, 86, 87, 91, 92, 103, 107, 121, 122, 143

### E

Ecologia humana 112, 113, 118

Emissão de gases de efeito estufa 43, 47

Emissão de poluentes 28, 175, 177

Energia 1, 2, 3, 4, 8, 9, 11, 12, 13, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 94, 97, 130, 146, 147, 151, 176, 180, 190

Energia renovável 8, 12, 22, 48

Energia solar 1, 11, 12, 19, 36, 42, 43, 44, 45, 53, 151

Estação de tratamento de água 36, 37, 38, 41

Eventos extremos 128

### G

Geoprocessamento 128, 129, 130, 131, 132, 157, 160, 163, 168

Gerenciamento de resíduos 64, 86, 122, 157, 160, 166

Gestão 15, 18, 27, 29, 33, 34, 53, 64, 70, 74, 86, 87, 88, 92, 97, 103, 104, 106, 107, 111,

122, 130, 133, 136, 139, 142, 143, 160, 161, 162, 163, 167, 175, 190

Gestão ambiental 53, 70, 106, 107, 133, 161, 190

Guerra 60, 61, 62

## **L**

Lixo 63, 64, 72, 74, 75, 78, 79, 85, 87, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 104, 105, 159, 173, 185, 186

Lixo marinho 72, 75

## **M**

Material particulado 28, 55, 57, 58, 59

Meio ambiente 1, 9, 27, 34, 43, 44, 55, 56, 58, 59, 62, 63, 65, 68, 70, 86, 87, 90, 91, 93, 94, 103, 104, 107, 122, 126, 127, 129, 133, 135, 136, 159, 160, 161, 163, 170, 176, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190

Microestrutura 1, 2, 4, 7, 8, 9

Módulos fotovoltaicos 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 49, 51

Monitoramento 59, 72, 76, 78, 103, 144, 152, 160, 165, 175, 177, 179

## **O**

Obras 63, 64, 71, 95, 143, 183, 190

Óleo de vegetal 121

Orientações 9, 63

## **P**

Painel fotovoltaico 1, 2, 7, 8, 9

Piezoelétrico polimérico 1, 2, 5

Planejamento 34, 71, 98, 103, 106, 111, 119, 128, 129, 130, 132, 133, 143, 157, 160, 162, 163, 164, 166, 190

Plano de ação 55, 58, 59, 175, 178, 179

Política 60, 61, 70, 91, 94, 104, 107, 121, 122, 127, 161, 167, 184, 187, 188

População 42, 44, 45, 63, 64, 66, 73, 86, 88, 89, 90, 95, 97, 98, 99, 103, 121, 122, 127, 129, 130, 135, 146, 147, 154, 157, 158, 162, 181, 184, 185

Praias 72, 73, 74, 76, 78, 79, 80, 83, 85, 89, 95, 119

Prevenção 134, 182, 183

Processos costeiros 72, 74

## **Q**

Qualidade do ar 55, 57, 59, 146, 177

## **R**

Reciclagem 63, 64, 68, 69, 70, 86, 92, 94, 99, 100, 104, 111, 121, 122, 123, 126, 127

Resíduos sólidos 64, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 78, 80, 82, 83, 84, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 111, 121, 122, 127, 143, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 166, 167

## **S**

Saúde 48, 56, 57, 59, 74, 78, 86, 89, 91, 92, 94, 95, 97, 103, 104, 107, 135, 136, 137, 139, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 150, 153, 154, 155, 156, 158, 160, 161, 166, 167, 176, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189

Seleção 11, 97, 134, 143, 165

Sertão 12

Sistema Grid-Tie 36

## **T**

Temperatura 7, 50, 87, 90, 92, 101, 123, 145, 146, 147, 148, 149, 151, 152, 153, 154, 175, 177, 179, 186

Tomada de decisão 11, 13, 14, 18, 134, 139, 143, 163

Tratamento 13, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 64, 68, 86, 87, 88, 90, 92, 93, 99, 102, 103, 104, 122, 157, 163, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 187

## **U**

Umidade 31, 87, 102, 145, 146, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154

Urbanização 63, 64, 128, 129, 132, 135, 147, 158, 186

## **V**

Vermifiltração 169, 173




Vigilância ambiental 181, 183, 184, 188

## **Z**

Zoneamento ambiental 112, 113, 114, 117, 118, 119

# Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários

 **Atena**  
Editora  
Ano 2020

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 @atenaeditora  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# Avaliação, Diagnóstico e Solução de Problemas Ambientais e Sanitários

Atena  
Editora  
Ano 2020

 [www.arenaeditora.com.br](http://www.arenaeditora.com.br)  
 [contato@arenaeditora.com.br](mailto:contato@arenaeditora.com.br)  
 @arenaeditora  
 [www.facebook.com/arenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/arenaeditora.com.br)