

# Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares

das ciências exatas e da terra



# Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares

das ciências exatas e da terra



**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes editoriais**

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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

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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

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

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

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

# Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares das ciências exatas e da terra

**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Flávia Roberta Barão  
**Indexação:** Gabriel Motomu Teshima  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Francisco Odécio Sales

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C749 Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares das ciências exatas e da terra / Organizador Francisco Odécio Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-424-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.242213108>

1. Ciências exatas e da terra - Estudo e ensino. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.

CDD 507

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

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

## APRESENTAÇÃO

A obra “Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares das ciências exatas e da terra aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 26 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca do ensino e educação. As Ciências Exatas e da Terra englobam, atualmente, alguns dos campos mais promissores em termos de pesquisas atuais. Estas ciências estudam as diversas relações existentes da Astronomia/Física; Biodiversidade; Ciências Biológicas; Ciência da Computação; Engenharias; Geociências; Matemática/ Probabilidade e Estatística e Química. O conhecimento das mais diversas áreas possibilita o desenvolvimento das habilidades capazes de induzir mudanças de atitudes, resultando na construção de uma nova visão das relações do ser humano com o seu meio, e, portanto, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas. A ideia moderna das Ciências Exatas e da Terra refere-se a um processo de avanço tecnológico, formulada no sentido positivo e natural, temporalmente progressivo e acumulativo, segue certas regras, etapas específicas e contínuas, de suposto caráter universal. Como se tem visto, a ideia não é só o termo descritivo de um processo e sim um artefato mensurador e normalizador de pesquisas. Neste sentido, este volume é dedicado aos trabalhos relacionados a ensino e aprendizagem. A importância dos estudos dessa vertente, é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma 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.

Francisco Odécio Sales

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

A IMPORTÂNCIA DOS VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS (VANT) EM TRABALHOS DE CAMPO E NOS MAPEAMENTOS TEMÁTICOS DE ANÁLISE AMBIENTAL

Victor Hugo Holanda Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2422131081>

### **CAPÍTULO 2..... 12**

A HISTÓRIA DA ESTRADA DE FERRO DE ILHÉUS E A TERMODINÂMICA: CONTRIBUIÇÕES AO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Thais Barbosa dos Santos Moura

Adriano Marcus Stuchi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2422131082>

### **CAPÍTULO 3..... 32**

AMBIENTE COLOABORATIVO PARA APRENDIZAGEM CONTEXTUALIZADA DE PROGRAMAÇÃO

Maísa Soares dos Santos Lopes

Rodrigo Silva Lima

João Vitor Oliveira Ferraz Silva

Helber Henrique Lopes Marinho

Alzira Ferreira da Silva

Roque Mendes Prado Trindade

Antônio Cezar de Castro Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2422131083>

### **CAPÍTULO 4..... 47**

ANÁLISE DOS PROCESSOS GEOMORFOLÓGICOS COMO SUBSÍDIO AO ORDENAMENTO TERRITORIAL

Karla Nadal

Ronaldo Ferreira Maganhotto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2422131084>

### **CAPÍTULO 5..... 60**

ANÁLISE TEMPORAL DO ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI) NA REGIÃO NORTE FLUMINENSE

José Carlos Mendonça

Thiago Pontes da Silva Peixoto

Claudio Martins de Almeida

Lorenzo Montovaneli Lazarini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2422131085>

**CAPÍTULO 6..... 74**

**ANÁLISIS TOPOGRÁFICO Y MORFOMÉTRICO HIDROLÓGICAMENTE CONSISTENTE PARA LA DELIMITACIÓN DE LA CUENCA ILO-MOQUEGUA**

Osmar Cuentas Toledo  
Alberto Bacilio Quispe Cohaila  
Aloísio Machado da Silva Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2422131086>

**CAPÍTULO 7..... 86**

**APPINFOCOVID: APLICATIVO MÓVEL PARA DISPONIBILIZAR INFORMAÇÕES SOBRE A COVID-19**

Helder Guimarães Aragão

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2422131087>

**CAPÍTULO 8..... 92**

**CONDIÇÕES SOCIAIS DE SAÚDE, SANEAMENTO E QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DE MUNICÍPIOS DO OESTE DA BAHIA (BR)**

Flávio Souza Batista  
Manoel Jerônimo Moreira Cruz  
Manuel Vitor Portugal Gonçalves  
Antônio Bomfim da Silva Ramos Junior  
Rodrigo Alves Santos  
Cristina Maria Macêdo de Alencar  
Débora Carol Luz da Porciúncula  
José Jackson de Souza Andrade  
Ana Cláudia Lins Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2422131088>

**CAPÍTULO 9..... 111**

**CONSTRUINDO UM CANHÃO ELETROMAGNÉTICO DE BAIXO CUSTO**

Carolina Rizziolli Barbosa  
João Paulo da Silva Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2422131089>

**CAPÍTULO 10..... 117**

**DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS CINÉTICOS E TERMODINÂMICOS DA REAÇÃO DE OXIDAÇÃO DO BIODIESEL COMERCIAL SOB EFEITO DE EXTRATO DE ALECRIM (*Rosmarinus Officinalis* L.)**

José Gonçalves Filho  
Hágata Cremasco Silva  
Ana Carolina Gomes Mantovani  
Letícia Thaís Chendynski  
Karina Benassi Angilelli  
Dionisio Borsato

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310810>

<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>129</b>
ENSINO POR EXPERIMENTAÇÃO-UMA PROPOSTA PARA O ESTUDO LEI DE LAMBERT BEER	
Pedro José Sanches Filho Alex Mercio Mendez Larrosa	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310811">https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310811</a>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>144</b>
FEIÇÕES MAGMÁTICAS NA PORÇÃO SUL DA BACIA DE CAMPOS E SUA RELAÇÃO COM O SAL	
Elisabeth de Fátima Strobino Natasha Santos Gomes Stanton	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310812">https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310812</a>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>156</b>
GEOPROCESSAMENTO DAS VIAS DE VARRIÇÃO DE REGIÕES DE UMA CIDADE USANDO A FERRAMENTA QGIS	
Jonatas Fontele Dourado Antônio Honorato Moreira Guedes Elias Cícero Moreira Guedes Marcos José Negreiros Gomes	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310813">https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310813</a>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>161</b>
INVESTIGANDO FATORES PRIMOS COM TRINCAS PITAGÓRICAS	
Alessandro Firmiano de Jesus João Paulo Martins dos Santos Juan López Linares	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310814">https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310814</a>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>176</b>
MODELAGEM DE VAZAMENTOS MARINHOS DE ÓLEO E SUSCETIBILIDADE EM ÁREAS COSTEIRAS E ESTUARINAS	
Caroline Barbosa Monteiro Phelype Haron Oleinik	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310815">https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310815</a>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>190</b>
MODELAGEM MATEMÁTICA DA MASSA DE BHA E DE BHT EM BIODIESEL POR REDES PERCEPTRON DE MÚLTIPLAS CAMADAS	
Felipe Yassuo Savada Hágata Cremasco Silva Ana Carolina Gomes Mantovani Letícia Thaís Chendynski Karina Benassi Angilelli Dionisio Borsato	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310816">https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310816</a>	

<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>202</b>
O ENSINO DE EXPRESSÕES ALGÉBRICAS ATRAVÉS DA RECEITA DE BRIGADEIRO Jamile Vieira Goi  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310817">https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310817</a>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>207</b>
ONDAS ELETROMAGNÉTICAS NOS LIVROS DIDÁTICOS Leonardo Deosti Ana Suellen Gomes da Silva Hercília Alves Pereira de Carvalho  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310818">https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310818</a>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>220</b>
PROPOSIÇÃO DE MODELOS DE REDUÇÃO DE SONDAGENS BATIMÉTRICAS PARA LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS EM RIOS E RESERVATÓRIOS Felipe Catão Mesquita Santos Victória Gibrim Teixeira Mayke Nogueira de Miranda Laura Coelho de Andrade Ítalo Oliveira Ferreira  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310819">https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310819</a>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>236</b>
PRÁTICAS PEDAGÓGICAS APLICADAS A APRENDIZAGEM DE TRABALHOS COM PRESSÕES ANORMAIS Valmir Schork Claudinei Aparecido Pirola  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310820">https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310820</a>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>241</b>
RISK ASSESSMENT FOR EXISTING MINE TAILING STORAGE FACILITIES IN BRAZIL Rafaela Baldi Fernandes Mônica Novell Morell Siefko Slob  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310821">https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310821</a>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>264</b>
SELEÇÃO DE CRITÉRIOS PARA A DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA EM EIA/RIMA DE ATERROS SANITÁRIOS PELO MÉTODO AHP Renan Costa da Silva Gerson Araujo de Medeiros  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310822">https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310822</a>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>275</b>
SUGESTÕES DE SENSORES DE BAIXO CUSTO PARA ENSINO DE FÍSICA Rodrigo Marques de Oliveira	

Rodrigo Coelho Ramos

Douglas Adolfo Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310823>

**CAPÍTULO 24..... 283**

**UMA PROSPECÇÃO ANALÍTICA DO POTENCIAL DE TROCADORES DE CALOR SOLO-AR EM PELOTAS**

Eduardo de Sá Bueno Nóbrega

Ana Maria Bersch Domingues

Ruth da Silva Brum

Jairo Valões de Alencar Ramalho

Régis Sperotto de Quadros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310824>

**CAPÍTULO 25..... 294**

**USO DO *SMARTPHONE* COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO EXPERIMENTAL DE FÍSICA**

Janaina Zavilenski de Oliveira

Renato Ribeiro Guimarães

Maurício Antonio Custódio de Melo

Luciano Gonsalves Costa

Perseu Ângelo Santoro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310825>

**CAPÍTULO 26..... 303**

**UTILIZAÇÃO DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA (RPA) PARA GESTÃO TERRITORIAL E AMBIENTAL DA TERRA INDÍGENA PIRAÍ, MUNICÍPIO DE ARAQUARI/SC: ESTRATÉGIAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETO DE PISCICULTURA**

Évelin Moreira Gonçalves

Ângelo Martins Fraga

Laila Freitas Oliveira de Assis

Amanda Elias Alves

Ana Carolina Schmitz da Silva

Felipe Mathia Corrêa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.24221310826>

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 315**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 316**

## SELEÇÃO DE CRITÉRIOS PARA A DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA EM EIA/RIMA DE ATERROS SANITÁRIOS PELO MÉTODO AHP

*Data de aceite: 20/08/2021*

*Data da submissão: 16/06/2021*

### **Renan Costa da Silva**

Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP)  
Sorocaba – SP

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9359016051545649>

### **Gerson Araujo de Medeiros**

Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP)  
Sorocaba – SP

ORCID: 0000-0002-9122-3909

**RESUMO:** A gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) assume relevância na sociedade contemporânea, pela crescente quantidade gerada e os impactos relacionados. No Brasil, a principal destinação dos resíduos sólidos urbanos são os aterros sanitários, os quais estão sujeitos ao processo de licenciamento ambiental. Nesse processo, no estudo de impacto ambiental (EIA) se avalia os impactos potenciais do aterro sanitário, quantificando-os e classificando-os. Todavia, existe uma carência de literatura sobre quais atributos devem constituir a análise de significância dos impactos ambientais de um aterro sanitário quando da elaboração de um EIA. O objetivo desse trabalho foi selecionar os critérios preponderantes na determinação dos níveis de significância de EIA em aterros sanitários, por meio da técnica de AHP (Analytic Hierarchy Process) e consulta a especialistas.

Esse estudo foi conduzido em três etapas. Na primeira etapa fez-se uma análise de quatorze EIA e Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA) de aterros sanitários, obtidos em órgãos licenciadores estaduais de São Paulo, Paraná, Rio de Janeiro, Tocantins e Ceará. Na segunda etapa foi investigado, em cada EIA/RIMA, quais atributos foram utilizados na determinação dos níveis de significância. Na terceira etapa, com esses atributos identificados, foi elaborado um questionário, posteriormente aplicado a especialistas na área de avaliação de impactos ambientais. Esses especialistas atribuíram pesos aos atributos selecionados. Os resultados permitiram identificar as principais disposições e subjetividades dos estudos de impactos ambientais em aterros sanitários. As metodologias utilizadas para a avaliação da significância dos impactos ambientais, nos estudos avaliados, se diferenciam em vários quesitos, como definições distintas para os mesmos atributos, e expressam a falta de padrão na elaboração dos EIA. Todos os atributos analisados pelos especialistas, na determinação da significância dos impactos, foram considerados importantes no licenciamento ambiental de aterros sanitários, destacando-se a Mitigabilidade. Todavia, esse atributo foi utilizado apenas duas vezes nos estudos avaliados.

**PALAVRAS-CHAVE:** resíduos sólidos, impactos ambientais, gestão ambiental

## SELECTION OF CRITERIA FOR DETERMINING THE LEVEL OF SIGNIFICANCE IN EIA/RIMA OF SANITARY LANDFILLS BY THE AHP METHOD

**ABSTRACT:** Municipal solid waste (MSW) management finds relevance in contemporary society due to the impacts related. In Brazil, sanitary landfills are subject to the environmental licensing process. In this process, the environmental impact study (EIA) assesses the potential impacts of the landfill, quantifying and classifying them. However, literature is scarce on which attributes should constitute the significance analysis of the environmental impacts of a landfill when preparing an EIA. The objective of this work was to select the preponderant criteria in determining the significance levels of EIA in landfills through the AHP (Analytic Hierarchy Process) technique and consultation with experts. This study was conducted in three stages. The first stage involved analysing fourteen EIA and Environmental Impact Reports (RIMA) of landfills, obtained from state licensing agencies in São Paulo, Paraná, Rio de Janeiro, Tocantins and Ceará. In the second stage, it was investigated, in each EIA/RIMA, the attributes used to determine the significance levels. In the third stage, with these attributes identified, a questionnaire was designed and applied to specialists in environmental impact assessment. These experts assigned weights to the selected attributes. The results allowed us to identify the main provisions and subjectivities of environmental impact studies in landfills. The methodologies used to assess the significance of environmental impacts in the studies evaluated differ in various aspects, such as different definitions for the same attributes, and express the lack of standard in preparing EIAs. All attributes analysed by specialists in determining the significance of impacts were considered necessary in the environmental licensing of landfills, highlighting Mitigability. However, this attribute was used only twice in the evaluated studies.

**KEYWORDS:** solid wastes, environmental impacts, environmental management.

### 1 | INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas ambientais da sociedade contemporânea está relacionado à geração e destinação dos resíduos sólidos industriais, agrícolas e urbanos, especialmente em países em desenvolvimento, pois eles vêm experimentando um crescimento econômico associado ao aumento do consumo.

No Brasil, o processo de urbanização muito acelerada tem causado déficits na capacidade financeira e administrativa das cidades em prover infraestrutura e serviços essenciais como a destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos (JACOBI & BENSEN, 2011). Essa é uma questão relevante para a sociedade brasileira, pois nesse país são gerados diariamente 190 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) (MCIDADES, 2016), sendo cerca de 40% despejado diretamente no solo, sem qualquer tratamento, o que pode desencadear uma série de impactos ambientais negativos e riscos para a saúde humana, conforme apontado em pesquisas realizadas em diferentes regiões do Brasil, como a Amazônia (OLIVEIRA et al., 2021) e nos estados de São Paulo (MEDEIROS et al. 2008a, MEDEIROS et al. 2008b, BELI et al., 2005) e Minas Gerais (MEDEIROS et al. 2009a, MEDEIROS et al., 2009b).

A alternativa de destinação dos RSU mais utilizada no Brasil ainda é o aterro sanitário, o qual recebe cerca de 60% dos resíduos gerados, seguidos dos lixões e aterros controlados (25%), sendo recuperados somente 2,2% em estruturas de triagem (MANCINI et al., 2021).

O projeto de um aterro sanitário deve sempre obedecer às normas técnicas exigidas para o empreendimento, pois toda obra de grande porte gera alterações e riscos no local e entorno. Assim, os aterros sanitários devem ser licenciados junto aos órgãos ambientais (SÁNCHEZ, 2013).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), por meio da Resolução nº 01 de 1986, transforma em obrigatória a elaboração e apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) nos processos de licenciamento de aterros sanitários.

No Estudo de Impacto Ambiental, além de outras diretrizes, deve-se identificar e avaliar todos os potenciais impactos ambientais gerados nas fases de planejamento, implantação e operação da atividade (CETESB, 2014). Depois de identificados os impactos ambientais de uma atividade, deve-se avaliá-los de acordo com sua significância.

A significância representa a relevância do impacto ambiental classificada de acordo com a combinação de todas as características do impacto ambiental, como a sua natureza, forma, severidade, abrangência, ocorrência e reversibilidade (SÁNCHEZ, 2013).

Carvalho et al. (2016) avaliaram os critérios utilizados para a definição dos graus de significância em estudos de impacto ambiental (EIA) de dutovias. Análise realizada em seis EIA e doze Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA) identificou treze critérios: magnitude, natureza, reversibilidade, importância, incidência, temporalidade, efeito, fase do empreendimento, ocorrência, indutibilidade e sensibilidade.

Normalmente é utilizada uma escala de três classes categorizando os impactos em pouco significativos, moderadamente significativos e de alta significância, o que pode causar uma incerteza devido ao caráter subjetivo dessa etapa, o que é um grande problema dos estudos ambientais (SÁNCHEZ, 2013; CARVALHO et al., 2016).

Para reduzir essa subjetividade existem atributos para os quais são dados valores, conforme as alterações ambientais observadas, que devem constar no EIA, assim como seu significado. Desse modo, os impactos que tiverem uma maior significância devem receber mais atenção na sua mitigação (SÁNCHEZ, 2013; TORO et al., 2012).

O objetivo desse capítulo foi selecionar os critérios preponderantes na determinação dos níveis de significância de Estudos de Impacto Ambiental em aterros sanitários, por meio da técnica de AHP (Analytic Hierarchy Process) e consulta a especialistas.

## 2 | METODOLOGIA

Para a realização do presente trabalho, a pesquisa foi dividida em 3 etapas:

### 2.1 Primeira Etapa: Levantamento Documental

Fez-se uma análise de quatorze EIA/RIMA de aterros sanitários, para a obtenção da licença prévia, obtidos nos seguintes órgãos licenciadores estaduais: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB); - Instituto Ambiental do Paraná (IAP); Instituto Estadual do Meio Ambiente do Rio de Janeiro (INEA); Instituto Natureza do Tocantins (NATURATINS); Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará (SEMACE). Tais estudos eram para a implantação ou ampliação de empreendimentos já existentes. Nos estudos selecionados foram destacadas as principais informações, como por exemplo: a localização dos aterros, o ano do processo de licenciamento, a empresa que realizou o estudo, o órgão responsável pelo licenciamento e o tipo de licença prévia, as quais são apresentadas na Tabela 1.

EIA/RIMA	Ano	Órgão	Tipo de LP
AS Bragança Paulista	2006	CETESB	Ampliação
AS São Carlos	2008	CETESB	Implantação
AS Empreiteira Pajoan	2008	CETESB	Ampliação
CT de Resíduos LTDA	2009	IAP	Ampliação
CT Resíduos Jardinópolis	2009	CETESB	Ampliação
UT Resíduos Sólidos Jambeiro	2009	CETESB	Implantação
AS Regional do Cariri	2011	SEMACE	Implantação
CT Terra Ambiental	2011	INEA	Implantação
CT Resíduos Urbanos Belford Roxo	2012	INEA	Implantação
AS Araguaína	2013	NATURATINS	Implantação
CT de Resíduos - Palmeiras	2013	CETESB	Implantação
AS empresa Dois Arcos	2014	INEA	Implantação
CT Resíduos Sólidos de Três Rios	2015	INEA	Implantação
CT Resíduos de Três Rios	2015	INEA	Implantação

**Tabela 1.** Características gerais dos aterros sanitários estudados.

LP: licença prévia; AS: aterro sanitário; CT: Central de Tratamento; UT: Unidade de Tratamento; CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, IAP - Instituto Ambiental do Paraná, INEA - Instituto Estadual do Meio Ambiente do Rio de Janeiro, NATURATINS - Instituto Natureza do Tocantins e SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará

## 2.2 Segunda Etapa: Análise preliminar dos critérios utilizados para definição a da significância dos impactos

Em cada EIA/RIMA foi investigado quais atributos foram utilizados na determinação dos níveis de significância. Essas informações foram obtidas no capítulo referente à identificação e avaliação dos impactos ambientais. Em seguida, os atributos foram agrupados de acordo com seu significado, pois atributos com denominações diferentes podem se referir ao mesmo processo.

Os dados obtidos foram estruturados em uma tabela com todos os atributos utilizados em cada EIA/RIMA obtendo-se, preliminarmente, aqueles mais utilizados na determinação da significância dos impactos.

A determinação dos atributos muitas vezes é feita de uma forma subjetiva. Portanto, com a finalidade de evitar essa subjetividade foi necessário aplicar a análise hierárquica (AHP), utilizada para problemas que exigem muitos critérios a serem analisados. Nessa análise, os atributos foram hierarquizados e comparados de forma pareada (VAIDYA & KUMAR, 2004; SAATY, 1977).

## 2.3 Terceira Etapa: Elaboração e aplicação dos questionários e aplicação da análise hierárquica – AHP

Um questionário foi aplicado a especialistas em Estudo de Impacto Ambiental, com o objetivo de que atribuíssem pesos aos atributos selecionados nos EIA avaliados. Os critérios estabelecidos para a seleção desses especialistas incluíram a titulação acadêmica (no mínimo mestrado), experiência e conhecimento em avaliação de impactos ambientais.

Participaram dessa pesquisa nove profissionais, sendo três engenheiros ambientais, um engenheiro químico, um engenheiro de materiais, um geólogo, um biólogo, um gestor ambiental e um geógrafo.

O questionário foi elaborado para ser respondido de maneira objetiva e pela plataforma de Formulários da Google. A resposta era avaliada de acordo com a Escala Fundamental de Saaty (Tabela 2)

Intensidade	Definição	Explicação
1	Igual Importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma para outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra

9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza
2,4,6,8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre as duas definições

Tabela 2. Escala de fundamental de Saaty.

Fonte: Traduzido de Saaty (1977).

Os resultados das comparações foram organizados em matrizes quadráticas, onde o número da linha  $i$  e da coluna  $j$  representa a importância do critério  $C_i$  em comparação a  $C_j$  e a diagonal principal leva o valor 1. Com base nessa matriz de respostas foram aplicadas as equações do teste AHP.

## 3 | RESULTADOS

### 3.1 Análise dos critérios utilizados para definição da significância dos impactos

Na Tabela 3 são apresentados os atributos utilizados na definição da significância dos impactos ambientais nos EIA/RIMA de 14 aterros avaliados. Após a análise dos 14 estudos ambientais selecionou-se 15 atributos para a determinação da significância. As frequências absolutas e relativas estão apresentadas na Tabela 4.

Seguindo o procedimento metodológico de Carvalho et al. (2016), os atributos Localização, Mensuração e Meio Receptor aparecem apenas uma vez dentre os 14 estudos analisados, e, por isso não participaram do questionário para a hierarquização pelo método AHP, por terem sido utilizados em casos isolados.

Na Tabela 4 pode-se observar sete atributos sendo utilizados em mais de 70% dos estudos (Magnitude, Natureza, Abrangência, Reversibilidade, Incidência, Duração e Temporalidade). Além da variação na frequência de utilização desses atributos nos EIA, também houve uma variação na quantidade de atributos utilizada em cada estudo. Por exemplo, o aterro sanitário da AS Bragança Paulista empregou 11 atributos, dos quais 2 são casos isolados (Localização e Mensuração). Já o aterro sanitário da AS São Carlos utilizou seis atributos. Esses exemplos demonstram a subjetividade presente nos estudos ambientais, que deve ser minimizada e mostram diferenças na estrutura metodológica utilizada nos estudos ambientais de aterros sanitários (DUINKER & BEALANDS, 1986)

Por essa análise foi possível verificar a importância de uma padronização ou diretriz legal para os licenciamentos, pois o excesso ou falta de atributos nos estudos podem ocultar ou diluir os efeitos dos impactos ambientais do empreendimento.

Empreendimento	Atributos
AS Bragança Paulista	A; D; FO; Im; In; L; Ma; Me; N; R; T
AS São Carlos	A; D; In; Ma; N; R
AS Empreiteira Pajoan	A; In; Ma; N; O; R; T
CT de Resíduos LTDA	A; D; FO; In; Ma; N; O; R;
CT Resíduos Jardinópolis	A; D; FO; Ma; Mi; MRI; N; R
UT Resíduos Sólidos Jambeiro	A; D; In; Ma; Mi; N; R; T
AS Regional do Cariri	A; Im; In; Ma; N; R; T;
CT Terra Ambiental	A; D; In; Ma; N; R; T
CT Resíduos Urbanos Belford Roxo	A; D; Im; In; Ma; N; R; T
AS Araguaína	A; D; In; Ma; N; R; T
CT de Resíduos - Palmeiras	A; D; Im; In; Ma; N; O; R
AS empresa Dois Arcos	A; C; D; Im; In; Ma; N; O; R; T
CT Resíduos Sólidos de Três Rios	A; C; D; Im; In; Ma; N; R; T
CT Resíduos de Três Rios	A; C; D; Im; In; Ma; N; O; R; T

**Tabela 3.** Atributos utilizados na determinação da significância dos impactos.

A: Abrangência; C: Cumulatividade; D: Duração; FO: Fase de Ocorrência; Im: Importância; In: Incidência; L: Localização; Ma: Magnitude; Me: Mensuração; Mi: Mitigabilidade; MRI: Meio Receptor do Impacto; N: Natureza; O: Ocorrência; R: Reversibilidade; T: Temporalidade

Atributo	Frequência	Fr. Rel (%)	Atributo	Frequência	Fr. Rel (%)
A	14	100	O	5	36
Ma	14	100	C	3	21
N	14	100	FO	3	21
R	14	100	Mi	2	14
In	13	93	L	1	7
D	12	86	Me	1	7
T	10	71	MRI	1	7
I	7	50			

**Tabela 4.** Frequências de utilização dos atributos

Fr. Rel: Frequência relativa; A: Abrangência; C: Cumulatividade; D: Duração; FO: Fase de Ocorrência; Im: Importância; In: Incidência; L: Localização; Ma: Magnitude; Me: Mensuração; Mi: Mitigabilidade; MRI: Meio Receptor do Impacto; N: Natureza; O: Ocorrência; R: Reversibilidade; T: Temporalidade

Nos EIA's avaliados houve dois atributos com o mesmo nome em estudos diferentes, mas com significados distintos, como os atributos Temporalidade e Duração.

Sánchez (2013) define Temporalidade como o tempo em que as consequências dos impactos serão sentidas, ao longo da vida do empreendimento. Segundo esse autor, a Duração está relacionada ao período de tempo que dura um impacto quando comparado com as fases do projeto. A definição de Ocorrência refere-se à probabilidade de um impacto ocorrer, enquanto a de Incidência está ligada à causa do impacto, ou como ele foi gerado.

Nos EIA's do Aterro Sanitário de São Carlos e do Centro de Gerenciamento de Jardinópolis os conceitos de Temporalidade e Duração estavam com o significado invertido. Nos estudos de impactos ambientais do Aterro Sanitário de Bragança Paulista e do Aterro Sanitário da Empreiteira Pajoan ocorreu a inversão dos conceitos de Temporalidade com Ocorrência. Um outro exemplo refere-se à inversão das definições dos atributos de Ocorrência e Incidência, observada nos estudos do Aterro de Bragança Paulista; do Complexo de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Urbanos Belford Roxo; da Central de Tratamento e Destinação de Resíduos Sólidos de Três Rios; e da Central de Tratamento e Disposição de Resíduos de Três Rios. Tais exemplos emergem a necessidade de uma padronização ou diretrizes dos conceitos.

Dois dos cinco estudos licenciados pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente do Rio de Janeiro (INEA) apresentaram os mesmos atributos na determinação da significância dos impactos. São estes os EIA's do Aterro Sanitário da empresa Dois Arcos e da Central de Tratamento e Disposição de Resíduos de Três Rios, os quais foram elaborados pela mesma empresa consultora, o que explica essa padronização.

No presente estudo observou-se que a Magnitude, a Natureza, a Abrangência e a Reversibilidade foram os atributos utilizados em todos os 14 EIA's analisados neste trabalho, para a determinação da significância. Esse resultado demonstra uma convergência conceitual dos profissionais que elaboraram tais EIA.

A Magnitude permite relacionar as condições do ambiente em dois momentos, antes e depois do impacto. Portanto, trata-se de um atributo essencial para determinar o quanto um ambiente foi alterado (SÁNCHEZ, 2013).

O atributo Natureza permite identificar se o impacto é negativo ou positivo, para diferentes elementos ambientais, enquanto a Abrangência relaciona-se à dimensão espacial de cada impacto, auxiliando nas medidas prioritárias de controle e mitigação. Já a Reversibilidade diz respeito a capacidade do meio de voltar a sua condição original. Portanto, impactos irreversíveis devem ser tratados com mais atenção.

Esses quatro atributos podem ser priorizados na determinação da significância, mas não excluem outros que possam enriquecer o estudo, tornando-o mais completo e abrangente.

A padronização de atributos pode facilitar o trabalho de profissionais que atuam no licenciamento ambiental, criando uma universalização da metodologia, para que um

empreendimento, em locais distintos, tenha a mesma base de atributos. Isso facilitaria a elaboração dos estudos e avaliação por parte dos órgãos ambientais, dando espaço para os profissionais tratarem dos critérios que abordem particularidades regionais.

### 3.2 Aplicação da análise hierárquica – AHP

A Tabela 5 apresenta os resultados da análise hierárquica – AHP, baseados nas respostas dos especialistas. Observa-se que o atributo com maior grau de importância foi a Mitigabilidade, atingindo 14,80%, e aquele de menor importância foi a Incidência (4,52%).

Atributo	Importância (%)	Atributo	Importância (%)
Mi	14,8	D	7,6
R	13,8	Im	7,0
C	9,5	T	6,1
Ma	9,4	O	5,6
N	9,0	FO	5,0
A	7,6	In	4,5

Tabela 5. Resultado AHP das respostas dos especialistas.

Fr. Rel: Frequência relativa; A: Abrangência; C: Cumulatividade; D: Duração; FO: Fase de Ocorrência; Im: Importância; In: Incidência; L: Localização; Ma: Magnitude; Me: Mensuração; Mi: Mitigabilidade; MRI: Meio Receptor do Impacto; N: Natureza; O: Ocorrência; R: Reversibilidade; T: Temporalidade

Existe divergência na literatura relacionada a AHP sobre o limite da diferença entre o atributo mais importante e aquele de menor importância, para ser considerada forte. Vargas (1982) preconiza um limite a partir de 30%, enquanto Marchezetti et al. (2011) recomenda 20%. Segundo esse autor, uma diferença de 9% é considerada fraca.

No presente estudo obteve-se uma diferença de 10% entre a Mitigabilidade e a Incidência, o que corresponde a uma diferença fraca. Esse resultado permite inferir que todos os atributos avaliados pelos especialistas têm importância para estudos de impacto ambiental de aterros sanitários.

O atributo Mitigabilidade foi utilizado em somente dois EIA's, apesar de ser o atributo de maior consenso entre os especialistas para a estimativa da significância dos impactos ambientais de aterros sanitários. Essa divergência pode ser explicada pela análise da definição de Mitigabilidade e Reversibilidade, pois os dois conceitos têm certa relação. Pode-se erroneamente considerar que um impacto reversível pode não precisar de medidas mitigadoras, mas nem todos os impactos ambientais de um aterro sanitário são reversíveis. Exemplificando impactos não reversíveis de aterros sanitários, tem-se: supressão da vegetação, formação de camadas de resíduos; afugentamento de espécies de mamíferos, aves e répteis; processos erosivos; assoreamento e poluição dos recursos hídricos; canalização de nascentes e alteração dos recursos hídricos; interferência no

patrimônio arqueológico, entre outros.

Outra questão que emerge é a dificuldade e falta de entendimento para se estimar economicamente a compensação do efeito adverso dos impactos ambientais negativos desse tipo de empreendimento, o que pode levar a ausência da Mitigabilidade nos EIA's, fruto da falta de exigência dos órgãos de controle ambiental.

Deve-se destacar também que existem outros atributos que podem ser utilizados para a determinação da significância dos impactos ambientais, pois cada ambiente tem sua particularidade e obrigatoriamente deve ser considerada nessa fase do estudo ambiental.

## 4 | CONCLUSÃO

A partir deste trabalho podem-se identificar as principais disposições e subjetividades dos estudos de impactos ambientais em aterros sanitários. As metodologias utilizadas para a avaliação da significância dos impactos ambientais, nos estudos avaliados, se diferenciam em vários quesitos, como definições distintas para os mesmos atributos, e expressam a falta de padrão na elaboração dos EIA.

Todos os atributos analisados pelos especialistas, na determinação da significância dos impactos, foram considerados importantes no licenciamento ambiental de aterros sanitários, destacando-se a Mitigabilidade. Todavia, esse atributo foi utilizado apenas duas vezes nos estudos avaliados.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de iniciação científica ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

BELI, E.; NALDONI, C.E.P.; OLIVEIRA, A.C. et al. Recuperação da área degradada pelo lixão Areia Branca de Espírito Santo do Pinhal - SP. **Engenharia Ambiental**, v.2, n.1, p. 135-148, 2005.

CARVALHO, D.N.; REIS, F.A.G.V.; GIORDANO, L.C.A. Análise dos procedimentos metodológicos utilizados na determinação de graus de significância em estudos de impacto ambiental de dutovias. **Geociências**, v.35, n. 1, p.126-133, 2016.

CETESB. **Manual para elaboração de estudos para o licenciamento com avaliação de impacto ambiental**. São Paulo: CETESB, 2014.

DUINKER, P.N.; BEANLANDS, G. E. The significance of environmental impacts: an exploration of the concept. **Environmental management**, v.10, n.1, p.1-10, 1986.

JACOBI, P.R.; BESEN, G.R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v.25, n.71, p.135-158, 2011.

MANCINI, S.D.; MEDEIROS, G.A.; PAES, M.X. et al. Circular economy and solid waste management: challenges and opportunities in Brazil. *Circular Economy and Sustainability*, v.1., p.1-22, 2021.

MARCHEZETTI, A.L.; KAVISKI, E.; BRAGA, M.C.B. **Aplicação do método AHP para a hierarquização das alternativas de tratamento de resíduos sólidos domiciliares**. Porto Alegre: Ambiente Construído, v.11, n.2, p.173-187, 2011.

MCIDADES – Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos**, 2016. Brasília: MCIDADES, SNA, 2018.

MEDEIROS, G.A.; REIS, F.A.G.V.; MENEZES, P.H.B.J. et al. Diagnóstico do aterro do município de Poços de Caldas, no estado de Minas Gerais, Brasil. *Engenharia Ambiental*, v.6, p.3-15, 2009a.

MEDEIROS, G.A.; REIS, F.A.G.V.; SOUZA JUNIOR, A.P. et al. Diagnóstico ambiental do aterro do município de Andradás, no estado de Minas Gerais. *Engenharia Ambiental*, v.6, p.532-543, 2009b.

MEDEIROS, G.A.; REIS, F.A.G.V.; SIMONETTI, F.D. et al. Diagnóstico da qualidade da água e do solo no lixão de Engenheiro Coelho, no Estado de São Paulo. *Engenharia Ambiental*, v.5, p.169-186, 2008a.

MEDEIROS, G.A.; REIS, F.A.G.V.; COSTA, F.B. et al. Diagnóstico do lixão do município de Vargem Grande do Sul, no estado de São Paulo. *Engenharia Ambiental*, v.5, p.1-16, 2008b

OLIVEIRA, B.O.S.; MEDEIROS, G.A.; PAES, M.X.; MANCINI, S.D. Integrated municipal and solid waste management in the Amazon: addressing barriers and challenges in using the Delphi Method. *International Journal of Environmental Impacts*, v. 4, p. 49-61, 2021.

SAATY, T.L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of mathematical psychology*, v. 15, n. 3, p. 234-281, 1977.

SÁNCHEZ, L.E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2ª Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

TORO, J.; DUARTE, O.; REQUENA, I.; Zamorano, M. Determining vulnerability importante in environmental impact assessment: the case of Colombia. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 32, n.1, p.107-117, 2012.

VAIDYA, O.S.; KUMAR, S. Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of operational research*, v. 169, n. 1, p. 1-29, 2004.

VARGAS, L.G. Reciprocal matrices with random coefficients. *Mathematical Modelling*, v.3

## ÍNDICE REMISSIVO

### SÍMBOLOS

7 12, 30

#### A

Agrometeorologia 60

Alto do Cabo Frio 144, 145, 146, 153

Análise Ambiental 10, 1, 11, 48, 49

Análise Instrumental 129, 131, 133, 134, 141, 142, 143

Anomalia magnética 144, 147, 148, 149, 151, 152

Anos Finais do Ensino Fundamental 10, 12, 13, 14, 16, 30

Antioxidantes Naturais 117, 125, 126, 192

Aprendizagem Colaborativa Suportada por Computador 32, 34

Aquífero Bambuí 93, 94, 97, 103, 105, 106, 108

#### B

Barragem 224, 229, 241, 260

Batimetria 221, 224

Biodiesel 11, 12, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 198, 201

#### C

Canhão eletromagnético 111, 112, 113, 115

Código Python 161

Construção de fotocolorímetros 129

Contextualização 12, 16, 18, 33, 34, 37, 207, 209, 210, 212, 213, 214, 215

Covid-19 11, 86, 87, 89, 90

Cuenca Hidrográfica 74, 75, 76, 77

#### D

DEM 74, 76, 77, 78, 81, 82, 83

Drones 1, 2, 3, 6, 10

#### E

Educação Contextualizada 32

Ensino de Ciências 12, 13, 17, 30, 141, 142, 206, 207, 209, 218, 315

Ensino de Física 13, 13, 14, 16, 29, 30, 207, 219, 275, 276, 281, 282, 294, 301

Ensino de Matemática 161, 315

Estabilidade Oxidativa 117, 120, 122, 125, 126, 127, 190

Experimentos 21, 25, 26, 27, 28, 130, 131, 139, 212, 236, 237, 276, 277, 278, 279, 281, 294, 297, 298, 300, 301, 302

Expressões Algébricas 13, 202, 203, 204, 205, 206

## **F**

Fragilidade Ambiental 47, 50, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 59

Frequências de Varrição 156

## **G**

Geoprocementos 74, 77, 82

Geotecnologias 1, 2, 5, 47, 49, 50, 56, 157

Gerenciamento 34, 37, 42, 43, 57, 94, 95, 241, 271

Gestão Ambiental 48, 57, 106, 264

## **I**

Imagens de satélite 2, 53, 60, 61

Impactos ambientais 5, 179, 264, 265, 266, 268, 269, 271, 272, 273, 308, 313

Injustiça social 93

Instrumentação com Arduino 275

## **L**

Laboratório Remoto 32, 34, 36, 37, 38, 39, 44

## **M**

Modelagem 12, 142, 176, 179, 190, 192, 224, 286, 292

Modelo Analítico 283, 285, 286, 287, 288, 290, 291

## **N**

Nitrato 93, 94, 104, 105, 106, 107

Nível d'água 221, 224, 234

Nível de redução 221

## **O**

Ordenamento Territorial 10, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58

## **P**

Pandemia 86, 87, 88

Período de Indução 117, 120, 121, 190, 191, 193, 194, 201

Pesquisa documental 207

Potencial Geológico 283

Pressões anormais 13, 236, 237, 239

Processamento Geográfico 156

Programação de Computadores 32, 33, 34, 35, 44

## **R**

Rancimat 117, 118, 120, 122, 126, 193

Receita culinária 202, 205

Recursos didáticos 207

Redes Neurais 57, 191, 192, 193, 195, 198, 199, 200, 201

Resíduos Sólidos 99, 100, 108, 264, 265, 267, 270, 271, 273, 274

Risco 27, 48, 91, 105, 177, 215, 241, 305, 308

Rupturas 241

## **S**

Saneamento 11, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 103, 106, 107, 108, 109, 110, 245, 259, 274

Sazonalidade 68, 176

Sensores de baixo custo 13, 275

Sensoriamento Remoto 1, 2, 4, 5, 11, 58, 59, 60, 61, 62, 72, 73, 159, 308, 313

SIG 2, 10, 49, 50, 63, 74, 157, 159, 310

Sistema de Informação Geográfica 156, 157, 310

Smartphones 294, 295, 296, 297, 298, 300, 301, 302

Solenóide 111, 112, 113, 114, 115, 116

Suscetibilidade 12, 49, 151, 176, 178, 179, 182, 183, 188

## **T**

Tectonoestratigrafia 144

Teledetección 74

Termodinâmica 10, 12, 13, 15, 19, 20, 22, 30, 278

Teste de Primalidade 161, 164, 166, 172

TMI e TMIN 93, 106

Trocadores de calor solo-ar (TCSA) 283

## V

Vazamentos de óleo 176, 179

Vulcânico 144, 145, 153

# Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares

das ciências exatas e da terra



# Conhecimentos pedagógicos e conteúdos disciplinares

das ciências exatas e da terra

