

# 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**

# CAPÍTULO 19

## PROPOSIÇÃO DE MODELOS DE REDUÇÃO DE SONDAGENS BATIMÉTRICAS PARA LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS EM RIOS E RESERVATÓRIOS

*Data de aceite:* 20/08/2021

*Data de submissão:* 11/08/2021

### **Felipe Catão Mesquita Santos**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Civil  
Viçosa – Minas Gerais  
<https://orcid.org/0000-0002-9376-766X>

### **Victória Gibrim Teixeira**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Civil  
Viçosa - Minas Gerais  
<https://orcid.org/0000-0002-7279-110X>

### **Mayke Nogueira de Miranda**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Civil  
Viçosa - Minas Gerais  
<https://orcid.org/0000-0002-4128-9862>

### **Laura Coelho de Andrade**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Civil  
Viçosa - Minas Gerais  
<https://orcid.org/0000-0003-3693-2208>

### **Ítalo Oliveira Ferreira**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Civil  
Viçosa - Minas Gerais  
<https://orcid.org/0000-0002-4243-8225>

**RESUMO:** Os recursos hídricos podem ser facilmente relacionados ao desenvolvimento econômico e social, principalmente aqueles

voltados para abastecimento e distribuição de água, além de geração de energia. Usualmente, em reservatórios com estes fins realizam-se levantamentos batimétricos periodicamente para monitorar o fundo submerso e, conseqüentemente, realizar a comparação de volume e análise de acúmulo de sedimentos ao longo do tempo. As profundidades observadas nos levantamentos precisam estar associadas a um referencial de Nível d'Água (NA) para posterior correção e, dessa forma, realiza-se monitoramento da variação do NA para definição de um plano designado Nível de Redução (NR). Entretanto, existem diversas problemáticas relacionadas à definição de NA em rios, sejam eles navegáveis ou não. Assim, neste trabalho foram realizadas a proposição, comparação e avaliação de métodos alternativos para garantia de confiabilidade na definição de um nível para a redução das profundidades, considerando a extensão e a declividade das lâminas d'água. As análises foram realizadas a partir de dados de um levantamento batimétrico monofeixe realizado em uma usina hidrelétrica no interior do estado de Minas Gerais. Ao reduzir as profundidades por meio de cada metodologia apresentada, realizou-se a comparação das discrepâncias encontradas, bem como o cálculo do volume e posterior confecção das curvas Cota-Área-Volume (CAV). Os resultados encontrados comprovaram o impacto na redução das profundidades realizada por cada método e indicaram qual é o mais confiável. Ao final, foi possível concluir que as metodologias analisadas se mostraram muito úteis e apresentaram resultados satisfatórios, possibilitando aumento da produtividade no



tempo da coleta e processamento dos dados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Nível d'água; nível de redução; batimetria.

## PROPOSAL OF BATHYMETRIC PROBES REDUCTION MODELS FOR HYDROGRAPHIC SURVEYS IN RIVERS AND RESERVOIRS

**ABSTRACT:** Water resources can be easily related to economic and social development, especially those related to water supply and distribution, in addition to energy generation. Usually, to handle reservoirs with these purposes, bathymetric surveys are carried out periodically, to monitor the submerged bottom and, consequently, to compare the volume and analyze the accumulation of sediments over time. The depths observed in the surveys need to be associated with a Water Level (WL) reference for later correction, that is, reduction of depths. Thus, the WL variation is monitored to define a plan called Reduction Level (RL). However, there are several issues related to the definition of WL in rivers, whether they are navigable or not. Thus, in this work, the proposition, comparison and evaluation of methods to guarantee reliability in the definition of a level to reduce depths were carried out, considering the extension and declivity of water blades. The analyzes were performed using data from a single beam bathymetric survey carried out in a hydroelectric plant in the interior of the state of Minas Gerais. By reducing the depths with each methodology presented, the discrepancies found were compared, as well as the calculation of the volume and subsequent preparation of the Elevation-Area-Volume (EAV) curves. The results proved the impact on the reduction of depths carried out by each method and indicated the most reliable one. At the end, it was possible to conclude that the analyzed methodologies proved to be very useful and presented satisfactory results, enabling increase productivity in data collection and processing time.

**KEYWORDS:** Water level; reduction level; bathymetry.

### 1 | INTRODUÇÃO

O papel da água no desenvolvimento industrial, agrícola e econômico é fundamental e pode ser facilmente observado. Por isso, alguns reservatórios artificiais são construídos com os mais diversos propósitos. Dentre eles, destaca-se a geração de energia elétrica (ESTIGON et al., 2010).

Considerando o aumento expressivo na demanda desse tipo de energia pela população nos últimos tempos, a construção de usinas hidrelétricas tem se tornado uma ótima alternativa devido à grande disponibilidade de recursos hídricos no Brasil (QUEIROZ et al., 2013). Existem alguns fatores de influência que devem ser avaliados, como a vazão do rio, a topografia, a quantidade de água disponível ao longo do ano, as quedas de água, dentre outras (ANEEL, 2008).

As usinas hidrelétricas aproveitam do potencial hidráulico existente em um rio, proporcionado pela sua vazão e pela concentração dos desníveis existentes ao longo de seu curso, que podem ser naturais ou construídos na forma de barragens, ou por meio do desvio do rio de seu leito natural para a formação de reservatórios. As barragens

interrompem o curso normal dos rios e desviam para um determinado local formando grandes reservatórios, que estocam a água e permitem a formação de grandes quedas. Os reservatórios criam os desníveis de água, a captam em volume adequado para a produção de energia elétrica e regulam a vazão dos rios em períodos de chuva e estiagem. (PANZERA, GOMES e MOURA, 2010).

Sabe-se que é comum em qualquer reservatório o processo de assoreamento, seja ele em maior ou menor grau, independentemente de sua finalidade (ALBERTIN et al., 2010; ESTIGON et al., 2010; SANTOS et al., 2019). Monitorar o assoreamento de reservatórios artificiais destinados a geração de energia elétrica é de fundamental importância, uma vez que a capacidade de armazenamento de água é reduzida devido aos depósitos de sedimentos, afetando, assim, a operação e manutenção da usina (MEZINE et al., 2016).

Isto posto, para esse acompanhamento, alguns dados são obtidos através de uma relação entre cota, área do espelho d'água e volume a ela associados, por meio das curvas Cota – Área – Volume (CAV) (ESTIGON et al., 2010). As curvas CAV podem ser atualizadas periodicamente a partir de dados de levantamentos batimétricos (MINHONI et al., 2017). Para tal, as profundidades observadas são transformadas em altitudes.

Devido à influência das marés ou em decorrência dos períodos de cheias e vazantes dos rios, ocorrem variações nos níveis das águas. Dessa forma, tanto em áreas náuticas quanto em águas interiores, as profundidades observadas em um levantamento devem sempre ser corrigidas em relação ao *datum* vertical adotado. Através do monitoramento da variação do Nível da Água (NA), é possível definir um plano designado Nível de Redução (NR), empregado para referenciar as profundidades apresentadas nas cartas náuticas brasileiras.

Os levantamentos batimétricos realizados com técnica de posicionamento *Real Time Kinematic* (RTK) ou equivalente não requerem a necessidade de redução das profundidades. Entretanto, a geometria da área de estudo pode não ser favorável à utilização dessa metodologia e, assim, de toda forma, faz-se necessário conhecer a variação do NA e a consequente definição de um NR.

O monitoramento do NA pode ser realizado diretamente, com observações realizadas por meio de equipamentos de topografia ou geodésia, ou através do emprego de réguas linimétricas e/ou estações maregráficas/fluviométricas com referências devidamente amarradas ao *datum* vertical empregado.

Usualmente, recomenda-se que a medição do NA seja realizada pelo menos ao início e final do Levantamento Hidrográfico (LH), ou que seja feito um cruzamento de réguas entre as estações de monitoramento, definindo o nível médio do espelho d'água na área do levantamento.

Em reservatórios de geração de energia, via de regra, é seguida a metodologia de instalação de réguas linimétricas para o monitoramento contínuo do NA, conforme previsto na Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 3/2010. Entretanto, na prática, sua aplicação pode

se tornar impraticável quando considerado dificuldades com a geometria do terreno, com a área, e a morosidade da atividade, podendo afetar o tempo de execução e o orçamento de projetos para implantação de empreendimentos, por exemplo.

Em contrapartida, não existem diretrizes na literatura que possam servir de alternativa à essa situação. Dessa forma, o presente estudo objetiva a proposição e a avaliação de diferentes métodos de determinação do NA e consequente redução batimétrica, considerando, também, produtividade e assertividade. As análises serão realizadas a partir de dados de um levantamento batimétrico monofeixe realizado em uma usina hidrelétrica no interior do estado de Minas Gerais.

## 2 | METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos propostos, inicialmente, foram realizados levantamentos de informações secundárias e levantamento batimétrico monofeixe da área de estudo, a Usina Hidrelétrica da Casquinha, no município de Canaã, Minas Gerais. Ela pertence à Universidade Federal de Viçosa e teve início em sua operação em 1960. Atualmente, o reservatório tem extensão aproximada de 2,6 km e área de 4,5 ha. A Figura 1 apresenta, sucintamente, as atividades iniciais à proposição da metodologia.

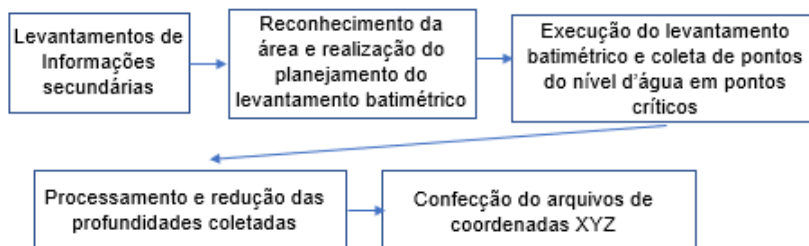


Figura 1 - Atividades iniciais.

Em primeiro momento, foram levantados todos os dados primitivos da área de estudo, objetivando a composição da base de dados cartográficos, bem como a comparação, cruzamento e validação com os dados a serem coletados.

Posteriormente, foi realizado o reconhecimento da área, bem como o planejamento dos levantamentos a serem realizados. Destaca-se que todos os procedimentos pré-mapeamento foram apoiados no documento “Orientação para atualização das curvas cota x área x volume” (ANA, 2013), considerando a dimensão e potencial energético da Usina da Casquinha.

Assim, para servir de apoio aos levantamentos das áreas seca e molhada, foram implantados quatro marco geodésicos ao redor do empreendimento. Estes foram, então,

rastreados com receptor geodésico, seguindo as orientações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017).

Em seguida, realizou-se o levantamento aerofotogramétrico, com finalidade de identificar os limites do reservatório, apoiar a batimetria e representar a região ao redor do corpo da barragem. Dessa forma, após definição da borda do reservatório, a batimetria foi planejada, com utilização de linhas de sondagem regulares, espaçadas a cada 20 metros, e linhas de verificação, perpendiculares às linhas regulares de sondagem e espaçadas por 2 metros, para detecção de possíveis erros grosseiros e sistemáticos nos dados de profundidade. Estas foram empregadas no pós-processamento, para controle de qualidade das profundidades reduzidas.

O levantamento batimétrico foi conduzido com um sistema acoplado à uma embarcação de oportunidade, utilizando-se de um ecobatímetro monofeixe e equipado com um transdutor de alta frequência (200 kHz), e seguiu as orientações propostas pela Organização de Hidrografia Internacional.

O posicionamento da embarcação foi realizado por meio da técnica de posicionamento *Real Time Kinematic* (RTK), possibilitando o envio de correções diferenciais em tempo real durante todo o período da sondagem.

O monitoramento do nível d'água foi realizado por meio da coleta de alguns pontos no rio, com a finalidade de definição do *datum* vertical do levantamento para o processamento dos dados e a modelagem do relevo submerso, bem como validação e comparação das metodologias a serem desenvolvidas. Estes foram rastreados com receptor geodésico no modo estático, e pós processados com o serviço online de Posicionamento por Ponto Preciso do IBGE (PPP-IBGE).

Por fim, os levantamentos das áreas seca e molhada foram concluídos, e o processamento da sondagem foi realizado.

Subsequentemente, para desenvolvimento, de fato, das metodologias a serem propostas, fez-se necessário cumprir diversas etapas, conforme representação esquemática apresentada na Figura 2.

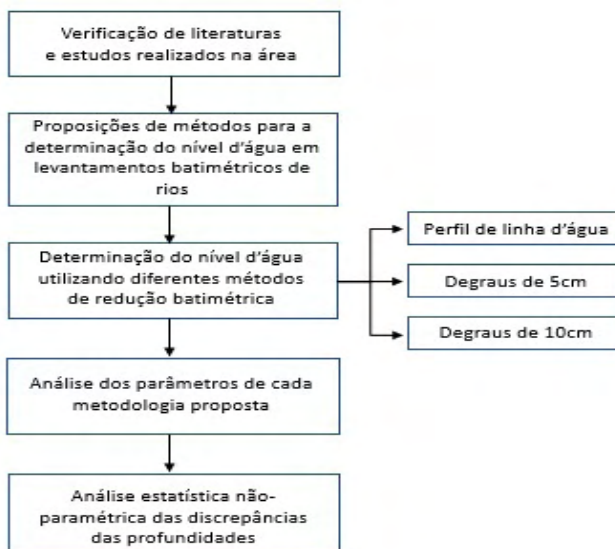


Figura 2 - Atividades para proposição das metodologias alternativas.

Devido a extensão e a declividade da lâmina d'água, viu-se necessidade de dividir a área de estudo em zonas para garantir a medição adequada. O gráfico do NA é sempre irregular, uma vez que os corpos d'água não mantêm um nível constante durante o levantamento e, ainda, sofrem influência dos movimentos da embarcação. Assim, essas zonas, também chamadas de degraus, formam planos de acordo com a variação da altitude elipsoidal, e são a primeira alternativa proposta neste estudo, com a planificação de locais com variações de 5 centímetros e 10 centímetros de altitude, considerando a utilização de apenas dois pontos com NA conhecido: um à montante e um à jusante, nos dois extremos do corpo hídrico.

Outra alternativa é a construção de perfis de linha d'água, que já são utilizados em levantamentos de rios, através da realização de interpolações lineares dos NAs de estações de monitoramento consecutivas. Neste caso, a necessidade de detalhamento do perfil e as mudanças abruptas de altitude entre os pontos, como cachoeiras ou corredeiras, definem a distância entre as estações. Assim, buscando comparar e validar a utilização dos degraus, o perfil de linha d'água foi construído com todos os pontos de NA coletados.

Em suma, ao realizar a coleta da altitude elipsoidal do nível da água de pontos ao longo do rio, com a metodologia do perfil de linha d'água, realiza-se uma interpolação linear entre os pontos de referência (pontos rastreados), considerando o desnível e distância entre os pontos. A Figura 3 exemplifica um perfil de linha d'água, onde é possível observar no eixo vertical a altitude elipsoidal do NA durante todo o curso trabalhado do rio, e no eixo horizontal a distância progressiva, em metros, das profundidades reduzidas de todo o eixo levantado.

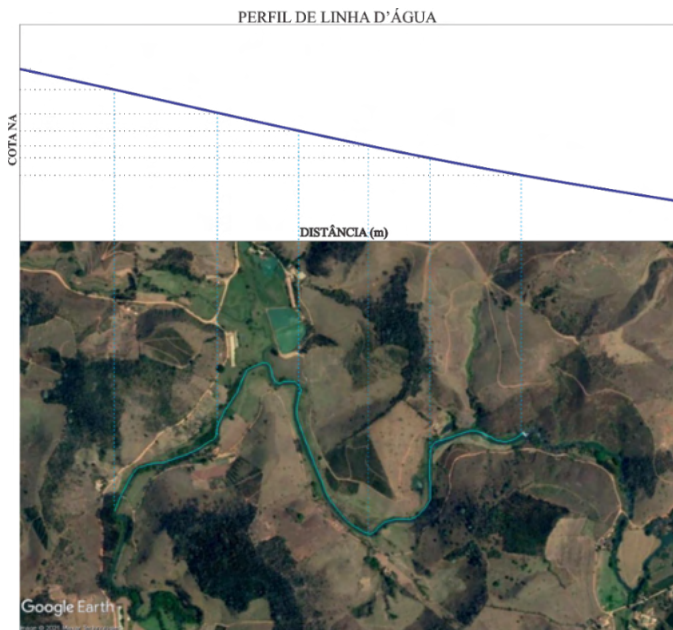


Figura 3 - Ilustração do perfil de linha d'água.

Por meio dessa metodologia, é possível reduzir as profundidades a partir dos NAs propostos, seguindo um desnível gradual e linear dos pontos de referência.

Por outro lado, a utilização de degraus define diversos planos ao longo do curso do rio, que são limitados pelo o desnível da região trabalhada. A Figura 4 apresenta como é a vista em perfil com a delimitação das zonas. Neste caso, não há interpolação da altitude do NA entre os pontos coletados, tendo em vista que planos são criados e delimitados com pequenos desníveis. Para o presente trabalho, foram propostas zonas para variações do NA a cada 5 e 10 centímetros.

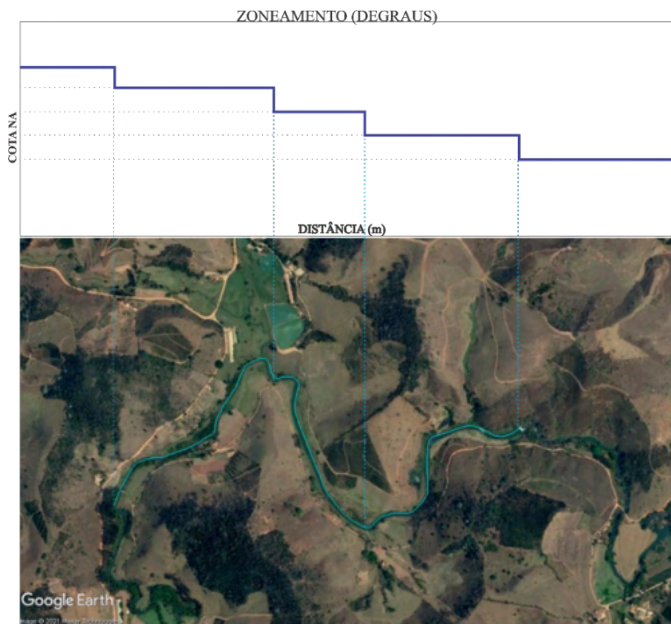


Figura 4 - Ilustração do zoneamento em degraus.

Isto posto, a metodologia proposta com o zoneamento pode apresentar maior produtividade em regiões com geometria de difícil acesso para coleta de pontos do NA no curso do rio. Neste caso, pressupõe-se que a utilização de poucos pontos satisfaz à necessidade de dados para a confecção dos degraus, tendo em vista que se torna necessário conhecer, somente, o desnível entre o ponto inicial e final do trecho trabalhado. Destaca-se, entretanto, que essa metodologia é proposta para regiões sem variações abruptas de altitude, ou seja, sem considerar áreas com presenças de corredeiras e cachoeiras, por exemplo.

Dessa forma, após estabelecimento das metodologias, as mesmas foram aplicadas nos dados levantados na área de estudo. Para realização de uma análise estatística dos resultados alcançados, empregou-se a metodologia MAIB, proposta e desenvolvida por Ferreira (2018), em ambiente R (R CORE TEAM, 2020).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De posse do arquivo processado de coordenadas planimétricas, profundidades e altitudes elipsoidais dos pontos de NA coletados durante o levantamento (Tabela 1), a análise e redução das profundidades foi realizada. O desnível total do NA é de aproximadamente 18 centímetros, conforme pode ser observado a seguir.

E (m)	N (m)	Alt. geométrica (m)
742.598,74	7.708.526,23	615,807
742.601,03	7.708.466,68	615,827
742.760,77	7.707.913,88	615,842
742.111,32	7.707.664,81	615,872
742.256,84	7.707.346,82	615,920
742.312,58	7.706.966,37	615,956
742.345,39	7.706.952,42	615,985

Tabela 1 - Informações utilizadas para redução das profundidades.

A Figura 5 apresenta o perfil de linha d'água, construído a partir dos pontos de NA apresentados na Tabela 1, através de interpolação linear. A Figura 6 apresenta os degraus de 5 e 10 centímetros, respectivamente, realizado por meio do zoneamento do trecho trabalhado de acordo com o desnível dos dois NAs utilizados (extremos).

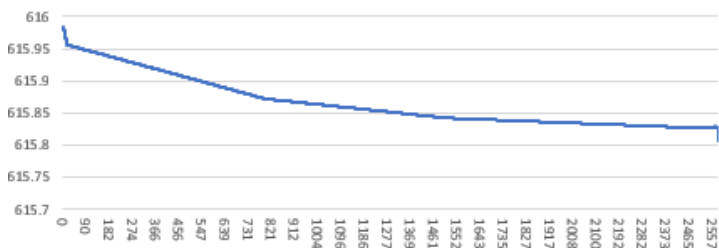


Figura 5 - Perfil de linha d'água.

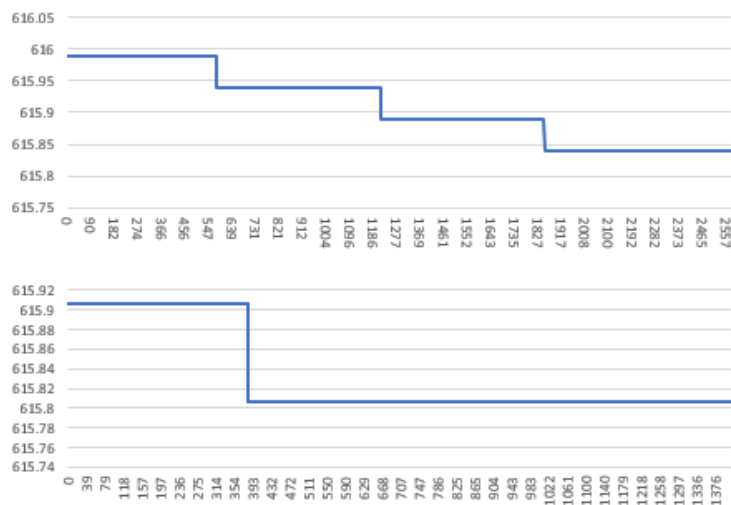


Figura 6 - Degraus (5 e 10 cm).



Apresenta-se, na Tabela 2, informações gerais sobre a redução realizada por cada zoneamento.

Degraus (5 cm)		Degraus (10 cm)	
Desnível (m)	0,178	Desnível (m)	0,178
Distância total (m)	2580,11	Distância total (m)	2580,11
Tamanho degrau (m)	0,05	Tamanho degrau (m)	0,10
Quantidade de degraus	4	Quantidade de degraus	2

Tabela 2- Informações gerais (degraus).

Em ambos os casos, as altitudes do NA variaram pela distância do ponto inicial (NA mais à montante). O ponto final (NA mais à jusante) está próximo ao corpo da barragem.

Desta forma, todas as profundidades foram reduzidas aos respectivos níveis d'água de cada método proposto e, posteriormente, calculadas as profundidades médias (Tabela 3).

Profundidade média (m)	
P (referência)	3,08
P (perfil linha d'água)	3,23
P (5 cm)	3,28
P (10 cm)	3,30

Tabela 3 - Profundidade média de cada método.

Para realização de análises e comparações robustas das metodologias, empregou-se o algoritmo MAIB, muito utilizado para analisar a incerteza das discrepâncias de um levantamento. Assim, a partir da profundidade de referência, as discrepâncias foram calculadas para cada metodologia. Os valores encontrados estão apresentados na Tabela 4.

	Perfil de linha d'água	Degrau 5 cm	Degrau 10 cm
Nº de amostras	13773	13773	13773
Média (m)	-0.154	-0.199	-0.225
Mínimo (m)	-0.341	-0.39	-0.39
Máximo (m)	-0.001	-0.03	-0.04
Variância (m <sup>2</sup> )	0.0075	0.0088	0.0082
Desvio Padrão (m)	0.0864	0.094	0.0904
CV	-56%	-48%	-40%
Coef. De Curtose	1.8	1.81	1.75
Coef. De Assimetria	-0.2	-0.24	-0.24

dist.min (m)	0.02	0.02	0.02
dist.max (m)	1583.19	158.19	1583.19

Tabela 4 - Análise exploratória dos dados.

Como pode ser observado, o coeficiente de curtose é inferior a 3, caracterizando uma distribuição basicamente simétrica. Nota-se, ainda, que os dados apresentam uma variabilidade baixa, considerando o valor das variâncias (WARRICK & NIELSEN, 1980). Diante disso, pode-se concluir que estes tendem a possuir uma distribuição normal, que poderá ser confirmada por meio de testes estatísticos de normalidade. De acordo com Ferreira (2018), para aplicar testes de normalidade em dados geoespaciais, faz-se necessário comprovar a independência amostral.

Um das principais ferramentas utilizadas para verificar a independência dos dados consiste no semivariograma (SEIDEL & OLIVEIRA, 2014). Assim, para as três metodologias analisadas, gerou-se os semivariogramas para as amostras de discrepâncias (Figura 7).

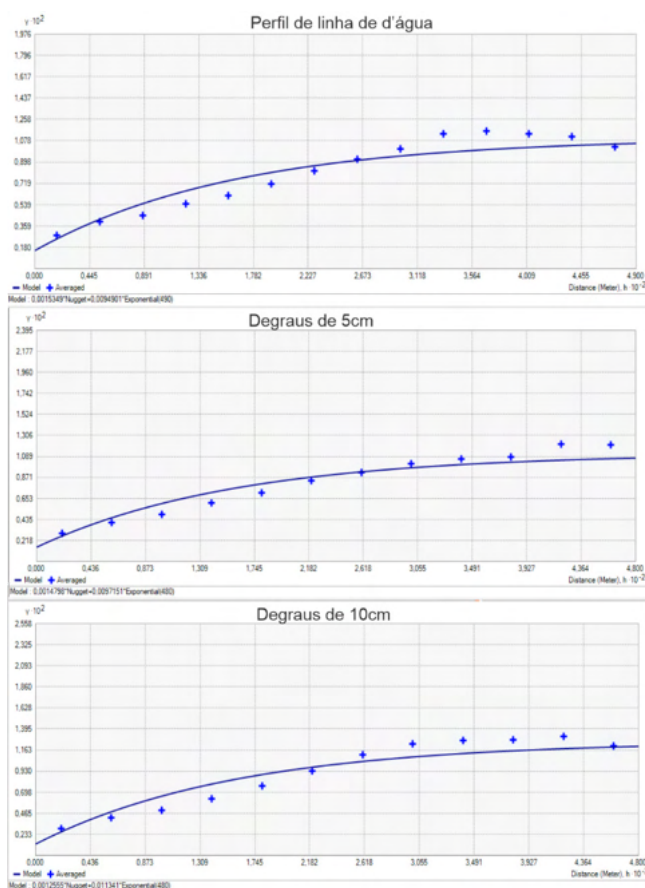


Figura 7 - Semivariogramas.

Por meio da análise destes, concluiu-se que a variável em questão é espacialmente dependente e, assim, a aplicação de testes de normalidade, como *Shapiro-Wilk* (SW) ou *Kolmogorov-Smirnov* (KS), não pode ser realizada. Dessa forma, para estimativa da incerteza (Intervalo de Confiança) das amostras de discrepâncias empregando a metodologia MAIB, faz-se necessário adotar a abordagem robusta que considera a autocorrelação espacial. Deste modo, os níveis de confiança foram estimados por meio da aplicação do *Block Bootstrap*. Para tal, foram consideradas 1000 novos conjuntos de dados, todos com 13773 observações.

Mais adiante, para avaliar as estimativas encontradas no algoritmo, realizou-se o cálculo do viés da amostra *Bootstrap*, que é a diferença entre a incerteza estimada através da amostra original e a mediana dos dados do *Bootstrap*. Os resultados são apresentados nas Tabelas 5, 6 e 7 e, para melhor visualização, nas Figuras 8, 9 e 10.

Estimador	Incerteza Vertical	IC95%	Viés da Amostra <i>Bootstrap</i>
RMSE (m)	0,175	[0,174; 0,176]	0,002
$\sigma$ (m)	0,175	[0,174; 0,176]	0,002
$\sigma$ Robusta (m)	0,176	[0,175; 0,177]	0,002

Tabela 5 – Resultados *Bootstrap* – perfil de linha d’água.

Estimador	Incerteza Vertical	IC95%	Viés da Amostra <i>Bootstrap</i>
RMSE (m)	0,220	[0,219; 0,221]	0,002
$\sigma$ (m)	0,220	[0,219; 0,221]	0,002
$\sigma$ Robusta (m)	0,208	[0,202; 0,210]	0,010

Tabela 6 - Resultados *Bootstrap* – degraus de 5 cm.

Estimador	Incerteza Vertical	IC95%	Viés da Amostra <i>Bootstrap</i>
RMSE (m)	0,243	[0,242; 0,244]	0,002
$\sigma$ (m)	0,243	[0,242; 0,244]	0,002
$\sigma$ Robusta (m)	0,245	[0,241; 0,261]	0,020

Tabela 7 - Resultados *Bootstrap* – degraus de 10 cm.

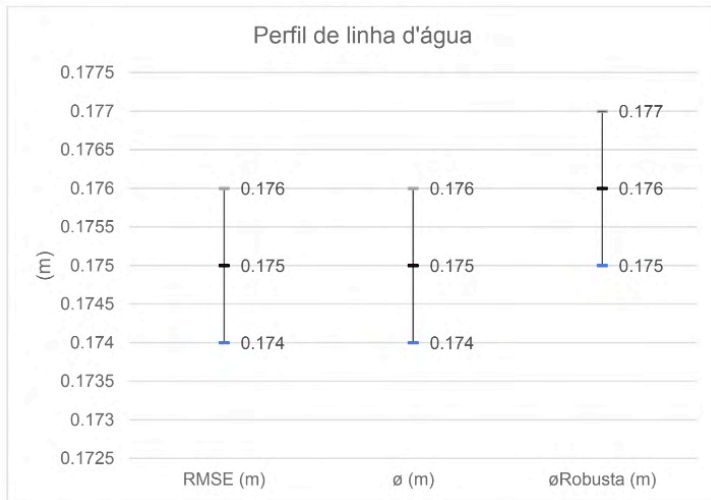


Figura 8 – Gráfico comparativo – perfil de linha d'água.

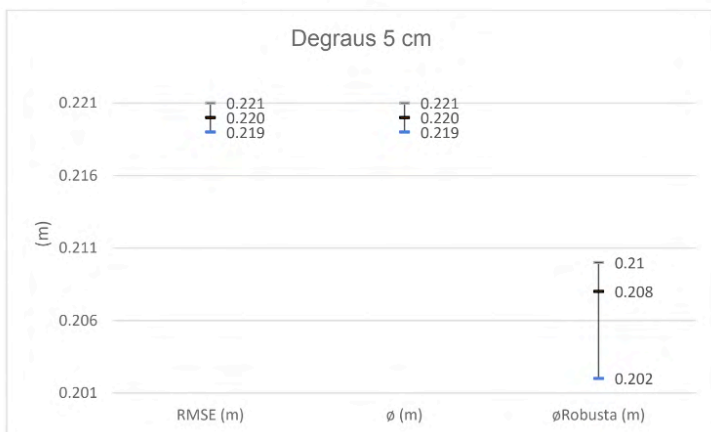


Figura 9 – Gráfico comparativo – degraus 5 cm.

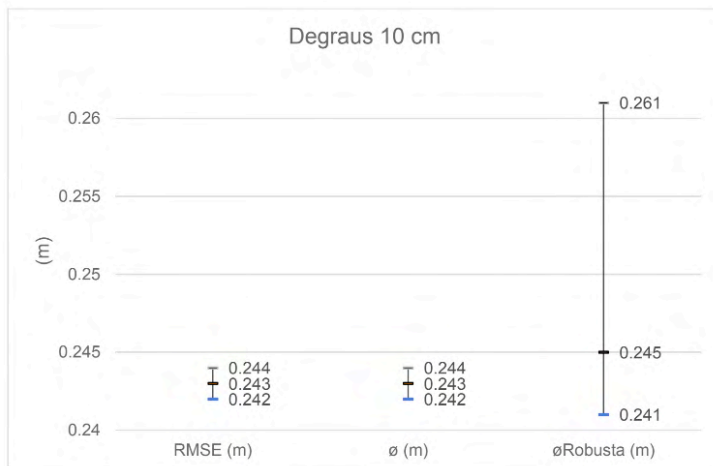


Figura 10 – Gráfico comparativo – degraus 10 cm.

Os estimadores utilizaram intervalos de confiança rigorosos, apesar da  $\sigma$ Robusta nos modelos de 5 cm e 10 cm apresentarem os piores valores. Levando em consideração a confiabilidade dos resultados de incerteza vertical obtidos pelos estimadores, conclui-se que o perfil de linha d'água é superior aos outros métodos, apesar de a metodologia com degraus de 5 cm apresentar acurácia similar. Por fim, percebe-se que a metodologia de 10 cm não é satisfatória, e apresenta os piores resultados (é a metodologia que mais se distanciou dos valores de referência). Isso pode ser explicado pela configuração da área de estudo, que apresenta um desnível relativamente baixo quando analisados os pontos inicial e final do levantamento. Dessa forma, os degraus com desníveis de 10 cm não representaram o fundo de forma adequada. Reitera-se, todavia, que novos testes devem ser feitos para os mais diversos ambientes e variações de NA, pois acredita-se que esta metodologia pode ser bem aplicada em regiões com maiores desníveis.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises qualitativas e quantitativas das metodologias descritas, foi visto que o método que apresentou maior confiabilidade foi o perfil de linha d'água, que já é um método utilizado por empresas em projetos e obras de engenharia.

Por outro lado, o método dos degraus, que propõe maior velocidade tanto nas coletas de campo quanto ao fazer a redução das profundidades, apresentou resultados distintos. Foi possível observar que os resultados da planificação a cada 5 cm de variação de altitude foram satisfatórios, pois se assemelharam muito ao do perfil. A planificação a cada 10 cm, no entanto, apresentou resultados inferiores, não representando o fundo de forma ideal. Reitera-se que esse resultado não atribui uma baixa eficiência à metodologia,

pois acredita-se que seu desempenho pode ser satisfatório em ambientes com maiores diferenças de altitudes. Dessa forma, testes em outros ambientes fluviais, com diversas variações no nível d'água, devem ser realizados, para, então, possibilitar o aprimoramento da metodologia, além de validá-la com diferentes configurações.

Por fim, destaca-se que, apesar da diferença estatística encontrada entre os resultados dos zoneamentos de 5 cm e 10 cm, as metodologias propostas alcançaram o objetivo principal, que é possibilitar maior velocidade no levantamento e processamento, mesmo com posse de poucas amostras.

## REFERÊNCIAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, (2011), **Orientações para atualização das curvas cota x área x volume**. Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. Brasília: ANA, SGH.

ALBERTIN, L. L., MATOS, A. J. S., & MAUAD, F. F. **Cálculo do volume e análise da deposição de sedimentos do reservatório de Três Irmãos**. Revista brasileira de recursos hídricos, 15(4), 57-67, 2010.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília: ANEEL, 2008. 236p.

DHN – DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. **NORMAM 25: Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos**. Marinha do Brasil, Brasil, 52p., 2014.

ESTIGON, MARCUS VINÍCIUS; MATOS, ARTUR JOSÉ SOARES; MAUAD, FREDERICO FÁBIO. **Análise da orientação da ana para a atualização das curvas cota-área-volume de reservatórios**. X Encontro Nacional de Engenharia Sanitária, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. Anais... Foz do Iguaçu, PR, Brasil, v. 3.

FERREIRA, I. O. **Controle de qualidade em levantamentos hidrográficos**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 216p., 2018.

FERREIRA, I. O.; EMILIANO, P. C.; DOS SANTOS, A. DE P.; MEDEIROS, N. DAS G.; DE OLIVEIRA, J. C. **Proposição de um Estimador Pontual para Incerteza Vertical de Levantamentos Hidrográficos**. Revista Brasileira de Cartografia, v. 71, n. 1, p. 1-30, 29 mar. 2019.

IHO - IHO STANDARDS FOR HYDROGRAPHIC SURVEYS. **Special Publication N° 44 – 5°**. Mônaco: International Hydrographic Bureau, 2020.

MEZINE, W. A., SOARES, M. A., FAGGION, P. L., VEIGA, L. A. K., & NADAL, C. A. (2016). **Avaliação de métodos de redução de sondagens batimétricas ao nível d'água instantâneo para monitoramento de assoreamento: estudo de caso do reservatório da usina hidrelétrica mauá**. Boletim de Ciências Geodésicas, 22, 736-750.

MINHONI, R. T. A., BRITO, G. M., & DE AZEVEDO, R. F. **Uso De Ecobatímetro Monofeixe Na Determinação Da Curva Cota X Área X Volume Do Reservatório Da PCH Pipoca–Minas Gerais–Brasil**. IRRIGA, 22(1), 87-100, 2017.

PANZERA, A. C.; GOMES, AEQ; MOURA, D. G. **Impactos ambientais da produção de energia elétrica**. Minas Gerais, Brasil: Centro de Referência Virtual do Professor, SEE, 2010.

QUEIROZ, A. T. D., & OLIVEIRA, L. A. D. **Relação entre produção e demanda hídrica na bacia do rio Uberabinha, estado de Minas Gerais, Brasil**. Sociedade & Natureza, 25, 191-204, 2013.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em:< <https://www.Rproject.org/>.2020> Acesso em: 15 abr. 2021.

SANTOS, F. C. M.; FERREIRA, I. O.; ANDRADE, L. C. DE; TEIXEIRA, V. G. **Avaliação Qualitativa e Quantitativa da Ferramenta de Pré-seleção Sort para Dados Monofeixe e Multifeixe**. Revista Brasileira de Cartografia, v. 71, n. 4, p. 1064-1088, 2019.

SEIDEL, E. J.; OLIVEIRA, M. S. **Proposta de um teste de hipótese para a existência de dependência espacial em dados geoestatísticos**. Boletim de Ciências Geodésicas, v. 20, p. 750-764, 2014.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. **Spatial variability of soil physical properties in the field**. In: HILLEL, D. Applications of soil physics. New York: Academic Press, p.319-344, 1980.

## 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

