

# 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 Gonçalves 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 8

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

Data de aceite: 20/08/2021

### **Flávio Souza Batista**

Doutorando em Geologia Ambiental, Hidrogeologia e Recursos Hídricos (UFBA) Grupos Geoquímica das Interfaces (UFBA) e Desenvolvimento, Sociedade e Natureza (UCSAL)

<http://lattes.cnpq.br/9541421462821227>  
<https://orcid.org/0000-0002-4117-6390>

### **Manoel Jerônimo Moreira Cruz**

Doutor em Petrologia (Universidade Pierre & Marie Curie, Paris VI.)

Docente do PPG em Geoquímica do Petróleo e Meio Ambiente e do PPG em Geologia (UFBA) Grupo Geoquímica das Interfaces (UFBA)  
<http://lattes.cnpq.br/0904466257879054>  
<http://orcid.org/0000-0002-8488-4936>

### **Manuel Vitor Portugal Gonçalves**

Mestre em Planejamento Ambiental (UCSAL), Doutor em Geologia Ambiental (UFBA), Docente do PPG Território, Ambiente e Sociedade (UCSAL), Secretária de Educação da Bahia (SEC-BA), Grupos Geoquímica das Interfaces (UFBA) e Desenvolvimento, Sociedade e Natureza (UCSAL)

<http://lattes.cnpq.br/8028380853221190>  
<http://orcid.org/0000-0003-4233-2129>

### **Antônio Bomfim da Silva Ramos Junior**

Doutor em Geologia (UFBA), Docente do Curso de Agronomia (UEFS), Grupos Geoquímica das Interfaces (UFBA), Qualidade de Ecossistemas Impactados - ECOSIMPA (UFRB)

<http://lattes.cnpq.br/7770561630314291>  
<http://orcid.org/0000-0002-5980-851X>

### **Rodrigo Alves Santos**

Mestre e Doutor em Geologia Ambiental Hidrogeologia e Recursos Hídricos (UFBA) Grupo Geoquímica das Interfaces (UFBA)  
<http://lattes.cnpq.br/6434127457327063>  
<http://orcid.org/0000-0002-5760-6594>

### **Cristina Maria Macêdo de Alencar**

Doutora em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade (UFRRJ), Docente do PPG Território, Ambiente e Sociedade (UCSAL) Grupo Desenvolvimento, Sociedade e Natureza (UCSAL)

<http://lattes.cnpq.br/2257876241055037>  
<https://orcid.org/0000-0002-1463-6224>

### **Débora Carol Luz da Porciúncula**

Mestre e Doutora em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Social (UCSAL), Docente do PPG do Território, Ambiente e Sociedade (UCSAL) Grupo Desenvolvimento, Sociedade e Natureza (UCSAL)

<http://lattes.cnpq.br/1801383100333154>  
<https://orcid.org/0000-0002-2723-4873>

### **José Jackson de Souza Andrade**

Mestre em Geologia (UFBA), Coordenador e docente do Curso de Geografia (UCSAL) Secretária de Educação da Bahia (SEC-BA)  
<http://lattes.cnpq.br/5145086656538897>  
<http://https://orcid.org/0000-0002-4720-5965>

### **Ana Cláudia Lins Rodrigues**

Graduanda em Biomedicina (UNESA)  
<http://lattes.cnpq.br/4516052649872047>  
<https://orcid.org/0000-0003-3947-4484>



**RESUMO:** O acesso à água potável, ao meio ambiente salubre e equilibrado, à educação, saneamento e saúde são direitos humanos fundamentais, que têm relevância à vida em sociedade e para o desenvolvimento social. Este trabalho teve como objetivo investigar as relações entre o saneamento, a qualidade da água e as condições sociais de saúde nos municípios de Bom Jesus da Lapa, São Félix do Coribe e Serra do Ramalho, inseridos no Oeste da Bahia, Brasil. Pautou-se em abordagem interdisciplinar da qualidade da água e ambiental, auxiliada por uma abordagem socioespacial dos indicadores do saneamento, socioeconômicos, sociais de saúde e de potabilidade (nitrato). Os resultados da análise socioespacial dos diversos indicadores revelaram um perfil de injustiças sociais e iniquidades de acesso aos serviços públicos de saneamento e saúde. Os valores das médias e medianas da taxa de mortalidade infantil (TMI) e da taxa de mortalidade na infância (TMIN), de 2010 a 2017, foram, no geral, similares ou superiores aos valores destes indicadores na América do Sul, ou foram superiores aos valores médios da América do Norte e Europa. Os municípios de Bom Jesus da Lapa e Serra do Ramalho exibiram as condições mais críticas de esgotamento sanitário, os maiores valores do índice de internação por diarreia por mil habitantes e os maiores percentuais de amostras com restrição local de potabilidade da água para o nitrato (38% a 50% das amostras), em desacordo com a Portaria nº 5/17 do Ministério da Saúde. Este cenário demanda intervenções socioambientais do poder público e da sociedade direcionadas a avaliações científicas e técnicas que compreendam as múltiplas relações entre saúde e ambiente e, nesta perspectiva, a proposição de políticas de saúde, saneamento, educação e de formação de profissionais em todas as dimensões do processo de planejamento.

**PALAVRAS - CHAVE:** Injustiça social; Nitrato; Aquífero Bambuí; Saneamento; TMI e TMIN.

## SOCIAL CONDITIONS OF HEALTH, SANITATION AND GROUNDWATER QUALITY IN MUNICIPALITIES IN WEST BAHIA (BR)

**ABSTRACT:** Access to drinking water, a healthy and balanced environment, education, sanitation and health are fundamental human rights that are relevant to life in society and to social development. This study aimed to investigate the relationship between sanitation, water quality and social health conditions in the municipalities of Bom Jesus da Lapa, São Félix do Coribe and Serra do Ramalho, located in the west of Bahia, Brazil. It was guided by an interdisciplinary approach to water and environmental quality, aided by a socio-spatial approach to sanitation, socioeconomic, social health and potability (nitrate) indicators. The results of the socio-spatial analysis of the different indicators revealed a profile of social injustices and inequities in access to public sanitation and health services. The mean and median values of infant mortality rates (IMR) and child mortality rates (CMR), from 2010 to 2017, were, in general, similar or higher than the values of these indicators in South America, or were higher than the average values for North America and Europe. The municipalities of Bom Jesus da Lapa and Serra do Ramalho exhibited the most critical sanitation conditions, the highest values of the hospitalization rate for diarrhea per thousand inhabitants and the highest percentage of samples with local restriction of water potability for nitrate (38% a 50% of the samples), in disagreement with Ordinance No. 5/17 of the Ministry of Health. This scenario demands social and environmental interventions by the government and society aimed at scientific and technical assessments that understand the multiple relationships

between health and the environment and, in this perspective, the proposition of policies public, in the scope of health, sanitation, education, and training of professionals in all dimensions of the planning process.

**KEYWORDS:** Social injustice; Nitrate; Bambuí Aquifer; Sanitation; IMR and CMR.

## 1 | INTRODUÇÃO

O gerenciamento da qualidade da água deve ser universal e alvo da atenção de planejadores de saúde pública e meio ambiente, porque o acesso à água em quantidade e qualidade adequadas é um direito humano fundamental, sendo basilar à saúde e ao desenvolvimento social (FACHIN; DA SILVA, 2011). Entretanto, as inadequações e as iniquidades no acesso à água potável e ao esgotamento sanitário ameaçam, como assinalam Pompêo & Moschini-Carlos (2012), à saúde e às condições de vida de uma parcela da população mundial.

Na saúde pública brasileira, a relação entre saúde e meio ambiente têm sido relacionados a partir do paradigma biomédico, do paradigma originário do saneamento e do paradigma da saúde coletiva (MINAYO et al., 1999; FREITAS, 2003; PORTO, 2005). Nesta pesquisa, prioriza-se a perspectiva do paradigma da saúde coletiva, porque este acolhe, como apontam Porto & Martinez (2007), as relações entre ecologia política, economia ecológica e saúde coletiva, e os processos socioculturais e econômicos do desenvolvimento social e humano.

Neste contexto, Teixeira & Pungirum (2005), Bellido (2010) e Buhler et al. (2014) destacam que o estudo das questões de saúde de uma população, como as doenças de veiculação hídricas, a julgar a diarreia, demanda a compreensão sobre as relações entre as condições de saúde e meio ambiente. Ressaltaram que os grupos socioeconomicamente mais vulneráveis sofrem maior constrangimento pela degradação socioambiental e pelas iniquidades de acesso ao saneamento, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil.

No tocante a poluição das águas, o nitrato se situa entre os poluentes inorgânicos mais estudados no mundo e frequente na água subterrânea (HIRATA et al., 2020). Reynolds-Vargas, Fraile-Merino e Hirata (2006) e Santos (2017), destacam, dentre as fontes do nitrato que poluem os aquíferos, o uso indevido de fertilizantes nitrogenados na agricultura, o manejo do solo, a pecuária, a deposição atmosférica e o despejo de efluentes líquidos *in natura*.

Deste modo, a partir da problemática que emerge das relações entre saúde e meio ambiente, toma-se como objeto de estudo as influências do saneamento na qualidade das águas do Aquífero Bambuí, no Oeste da Bahia. A captação da água subterrânea auxilia o abastecimento público de municípios no Oeste da Bahia, em especial nas áreas rurais, periféricas e assentamentos, devendo ser conhecidos pela sociedade os aspectos relativos

à sua qualidade.

Ressalta-se que a avaliação da qualidade da água e do gerenciamento deste bem social e natural devem ser efetuados em diversas escalas de análise, a julgar as escalas estadual, regional, municipal e local. Neste sentido, este estudo almeja investigar as relações entre o saneamento, a qualidade da água e as condições sociais de saúde nos municípios de Bom Jesus da Lapa, São Félix do Coribe e Serra do Ramalho, inseridos no Oeste da Bahia, Brasil.

## 2 | ÁREA DE ESTUDO, CLIMA E HIDROGEOLOGIA

A área de estudo abrange os municípios de Bom Jesus da Lapa, São Félix do Coribe e Serra do Ramalho, situados no Oeste da Bahia, Brasil (Figura 1), com clima de subúmido a semiárido, temperaturas máxima e média anual de 31,7 °C e 25,6 °C, precipitações médias anuais de 1.010 mm e chuvas distribuídas de novembro a abril, e estiagem de maio a outubro (INMET, 2016). Outrossim, apresenta-se um gradiente de aridez do clima, o qual aumenta de oeste para leste, seguindo, por sua vez, na direção do Rio São Francisco.

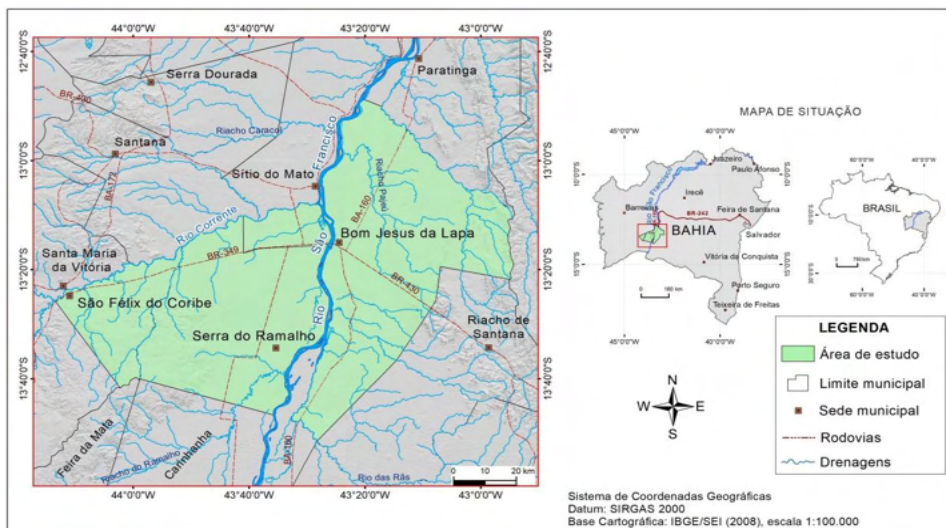


Figura 1. Mapa de localização e situação dos municípios estudados, no Oeste da Bahia, Brasil.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 2 mostra que na geologia local afloram as litofácies calcários, dolomitos e os pelitos (siltitos, folhelhos, argilitos, ardósias) neoproterozóicas do Grupo Bambuí, sobrepostas ao embasamento Arqueano-Paleoproterozóico (MISI et al., 2011). Outrossim, as litofácies arenitos cretáceos do Grupo Urucuaia ou as coberturas Tércio-Quaternários do Grupo Bambuí sobrepõem as rochas do Grupo Bambuí. Em relação ao fluxo da água

subterrânea, tem-se uma direção preferencial de leste para oeste, na direção do Rio São Francisco.

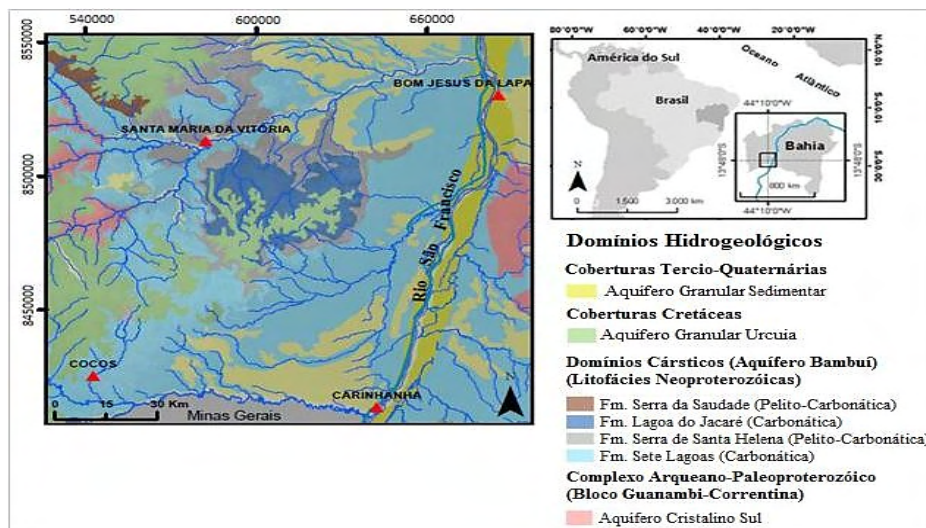


Figura 2. Mapa geológico simplificado e domínios hidrogeológicos no Oeste da Bahia.

Fonte: Modificado de Carvalho (2018).

## 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 Saneamento Básico e Condições Sociais de Saúde

A pesquisa abrangeu o tratamento de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010; 2019), para a análise e delineamento de desigualdades socioespaciais e abrangência dos indicadores socioeconômicos, de saneamento e dos indicadores sociais da saúde nos municípios de Jesus da Lapa, São Félix do Coribe e Serra do Ramalho, entre os anos de 2007 e 2017.

Os indicadores socioeconômicos compreenderam o Produto Interno Bruto PIB *per capita* (PIB *per capita*), e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM. Os indicadores de saneamento contemplaram o percentual de esgotamento sanitário adequado, os serviços de destinação do lixo, a forma de abastecimento de água e a existência de banheiro e esgotamento sanitário. Em relação aos indicadores sociais da saúde, centrou-se na taxa de mortalidade infantil - TMI, taxa de mortalidade na infância - TMIN, no número de internações por diarreia e no número de óbitos causados por doenças infecciosas-parasitárias ou por causas externas de morbidade e mortalidade.

A aplicação destes indicadores para compreensão da relação ambiente e saúde seguiu uma abordagem ecológica, espaço-temporal, no âmbito da epidemiologia-descritiva, e da saúde coletiva, com base nos estudos de Vetter e Simões (1981), Oliveira (2017)

e Porto e Martinez-Alier (2007). A análise das desigualdades dos serviços públicos de saneamento e de atenção à saúde, em diferentes escalas, no espaço geográfico conforme Bezerra Filho et al. (2007).

### 3.2 Qualidade da Água

A análise geoquímica e da qualidade da água subterrânea integrou os dados disponíveis das pesquisas de Gonçalves (2014), Gonçalves et al. (2018), de modo a permitir o tratamento dos dados de poços tubulares dispostos nas rochas que hospedam o Aquífero Bambuí, dispostos nos municípios de São Félix do Coribe (n=12) e Serra do Ramalho (n=31). Contemplou, igualmente, os dados de poços relacionados ao Aquífero Bambuí (Cárstico), no município de Bom Jesus da Lapa (n=45), e disponibilizados pelo Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS, do Serviço Geológico do Brasil – CPRM; bem como outros 42 poços dispostos no Aquífero Cristalino em Bom Jesus da Lapa.

### 3.3 Análise Estatística

A análise estatística abrangeu uma abordagem descritiva dos dados de indicadores socioeconômicos, de saneamento, sociais de saúde e de qualidade da água. Outrossim, contou com o teste de normalidade (*Shapiro-Wilk*), com nível de confiança de 95%, e testes de comparações múltiplas para dados não paramétricos (*Kruskal-Wallis*) ou paramétricos (*One-Way-ANOVA*).

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Condições Socioeconômicas e Saneamento

Nos municípios de Bom Jesus da Lapa, São Félix do Coribe e Serra do Ramalho os percentuais de domicílios com renda mensal, em média, até um salário mínimo *per capita*, oscilaram de 39% a 53%, em que as condições de renda *per capita* mais crítica foi encontrada em Serra do Ramalho (Tabela 1). Os maiores valores de renda mensal distribuíram-se nas faixas de um a dois salários mínimos *per capita*, seguido de meio a um salário mínimo *per capita*. Entretanto, os mais baixos valores de renda mensal, em média, abrangeram as classes de renda de cinco a dez ou superior a dez salários mínimos *per capita*. Esta distribuição de classes de renda *per capita* desses municípios do Oeste da Bahia difere, no geral, da distribuição de renda *per capita*, em média, encontrada no município de Salvador (Capital), no Estado da Bahia e no Brasil.

Município	Total de Domicílios (1)	Distribuição percentual, por classes de rendimento mensal domiciliar per capita (salário mínimo) (%)							
		Sem Rendimento	Até 1/2	1/2 a 1	Σ SR a 1	1 a 2	2 a 5	5 a 10	> 10
Brasil	57.320.555	4%	4%	14%	22%	23%	33%	14%	8%
Bahia	4.093.619	6%	10%	23%	39%	27%	23%	7%	4%
Salvador	858.496	6%	4%	17%	27%	23%	28%	12%	10%
Bom Jesus da Lapa	16.341	9%	12%	24%	45%	28%	20%	5%	2%
São Félix do Coribe	3.688	5%	9%	25%	39%	33%	22%	4%	2%
Serra do Ramalho	8.260	10%	17%	26%	53%	31%	14%	1.6%	0.4%

Tabela 1. Domicílios particulares permanentes, total e distribuição percentual, por classe de rendimento mensal domiciliar per capita da Região Metropolitana de Salvador - 2010.

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

Os valores do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) dos municípios do Oeste da Bahia foram classificados de baixo em 1991 ou 2000, mas alcançaram o médio desenvolvimento humano em 2010 (Tabela 2). Estes municípios exibiram valores do IDH-M de 0,595 a 0,639, em 2010, foram similares ao valor do IDM-M do Estado da Bahia, embora menores que o IDH-M de Salvador. Estes resultados indicam que o poder público e a sociedade civil precisam empenhar-se na melhoria da qualidade da educação, distribuição de renda e da expectativa de vida ao nascer da população.

Município	População	Densidade (hab.km2)	Produto Interno Bruto	IDH-M			Esgotamento sanitário adequado (%)	Internações por diarreia por mil habitantes
				1991	2000	2010		
Brasil	190.755.799	22.40	190.755.799	-	-	-	75% <sup>(1)</sup>	-
Bahia	14.873.064	24.82	-	0.386	0.512	0.660	46%	-
Salvador	2.675.656	3.859.44	40.762.687	0.563	0.654	0.759	92.8	0.2
Bom Jesus da Lapa	63.480	15.11	382.897	0.372	0.486	0.633	37.3	0.8
São Félix do Coribe	13.043	13.74	81.919	0.308	0.462	0.639	1.4	2.9
Serra do Ramalho	31.638	12.20	124.793	0.233	0.413	0.595	2.5	2.4

Tabela 2. Domicílios particulares permanentes dos domicílios com serviço de saneamento e indicação de internações por diarreia nos municípios do Oeste da Bahia, conforme IBGE 2010.

<sup>1)</sup> Média dos dados de 2014, 2015 E 2018 (IBGE, 2019).

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir dos do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

Destaca-se que os valores da cobertura de esgotamento adequado foram inferiores a 50%, com situação sanitária crítica em Bom Jesus da Lapa e ainda mais crítica nos municípios de São Félix do Coribe e Serra do Ramalho (Tabela 2). Estes valores do esgotamento sanitário adequado foram inferiores à cobertura deste serviço no Estado da Bahia, Salvador ou Brasil. Outrossim, fica evidente a relação inversa entre o percentual da cobertura do esgotamento adequado e os valores do internações por diarreia por mil habitantes. Assim, Teixeira e Guilhermino (2006), Rasella (2013) e Paiva (2018) observam que as condições de saneamento, especialmente o esgotamento sanitário, podem ser associadas às proporções de morbidade e mortalidade por diarreias no Brasil.

Neste contexto, apresenta-se a Tabela 3, que informa sobre a distribuição dos serviços de saneamento básico por domicílios particulares permanentes urbanos e rurais nos municípios de Bom Jesus da Lapa, São Félix do Coribe e Serra do Ramalho, conforme o Censo do IBGE (IBGE, 2010). Nestes municípios do Oeste da Bahia, revela-se, também, as desigualdades socioespaciais na oferta de serviços de saneamento básico, principalmente na destinação final dos resíduos sólidos (“lixo”) e na cobertura de esgotamento sanitário adequado, os quais se encontram longe de serem universalizadas.

Município	Total de domicílios	Destinação final do lixo					
		Coletado	Enterrado no terreno	Jogado no rio, lago ou mar	Jogado no em terreno baldio ou logradouro	Queimado	Outro
Salvador	858.887	830.157	96	768	24.017	1.727	2.122
Bom Jesus da Lapa	16.344	10.177	131	34	1.497	4.405	100
São Félix do Coribe	3.683	2.814	18	1	166	671	13
Serra do Ramalho	8.272	1.573	61	6	456	6.160	16

a) Destinação do lixo nos municípios do Oeste da Bahia.

Município	Total de domicílios	Formas de abastecimento de água					
		Poço/nascente na propriedade	Poço/nascente fora da propriedade	Rede Geral	Águas de chuva em cisternas ou outra	Carro pipa	Rio, açude, lago ou igarapé ou outro
Salvador	858.887	2.604	923	849.341	99	571	59
Bom Jesus da Lapa	16.344	245	1.190	12.784	187	71	526
São Félix do Coribe	3.683	72	72	3.426	44	3	42
Serra do Ramalho	8.272	766	766	6.821	64	3	223

b) Formas de abastecimento de água nos municípios do Oeste da Bahia.

Município	Total de domicílios	Ausência de banheiros	Existência de banheiro ou sanitário e esgotamento			
			Rede geral de esgoto ou pluviais	Fossa Séptica	Fossa rudimentar	Valas e outros
Salvador	858.887	3.621 (0.4%)	779.870 (91%)	19.906 (2.3%)	21.483 (2.5%)	33.616 (3.8%)
Bom Jesus da Lapa	16.344	1350 (8.3%)	4.445 (27%)	1.686 (10.3%)	8.043 (49.63%)	479 (4.77%)
São Félix do Coribe	3.683	196 (5.31%)	30 (0.81%)	30 (0.81%)	3.360 (91.3%)	37 (1.0%)
Serra do Ramalho	8.272	458 (5.5%)	20 (0.24%)	178 (2.2%)	7.445 (90.03%)	168 (2.03%)

c) Existência de banheiro e esgotamento sanitário nos municípios do Oeste da Bahia.

Tabela 3. Distribuição dos serviços de saneamento básico nos domicílios particulares permanentes urbanos e rurais em Bom Jesus da Lapa, São Félix do Coribe e Serra do Ramalho, Bahia, a partir dos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2019.

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir dos do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

Em relação ao esgotamento sanitário, obteve-se um quadro crítico nos municípios do Oeste da Bahia, cujos percentuais de atendimento deste serviço pela rede geral de coleta de esgoto ou pluvial, ou pela adoção de fossa séptica, variaram entre 0,81% a 27% (Figura 3). Destaca-se o uso de fossa rudimentar, uma técnica inapropriada e insustentável, cobre de 49,21% (Serra do Ramalho) a 92% (São Félix do Coribe) dos domicílios nos municípios do Oeste da Bahia. Este resultado revela as falhas no saneamento que ameaçam à conservação socioambiental, usos da água, à saúde humana e o desenvolvimento social.

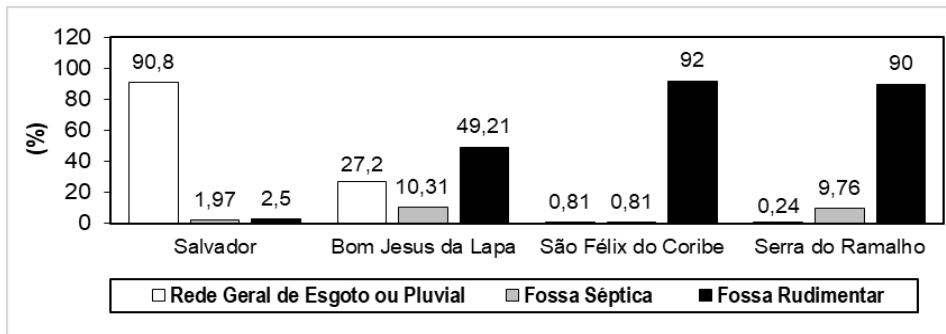


Figura 3. Síntese dos resultados da análise dos dados do esgotamento sanitário no Oeste da Bahia e comparação com a situação sanitária do município de Salvador, Bahia, Brasil.

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

A análise da destinação final dos resíduos sólidos (“lixo”) desvelou, no geral, um perfil de desigualdade entre os municípios do Oeste da Bahia, ou se comparados com o município de Salvador (Figura 4). Este serviço do saneamento afasta-se demais da universalização no município de Serra do Ramalho, de modo que a maior parte dos resíduos sólidos gerados por sua população é queimado ou disposto em terreno baldio ou em logradouro (81%).

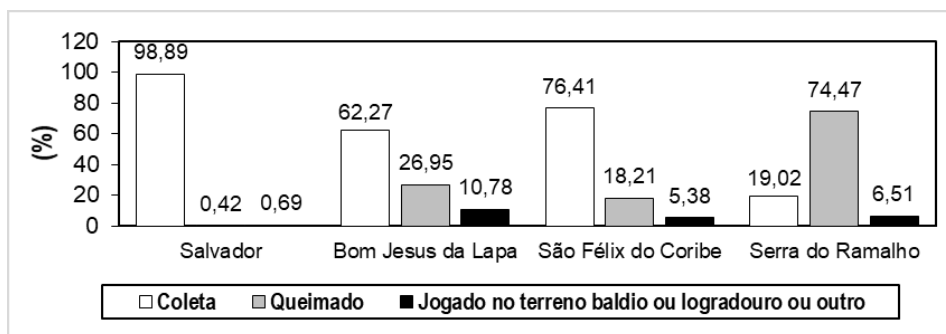


Figura 4. Síntese dos resultados da análise dos dados da destinação dos resíduos sólidos no Oeste da Bahia e comparação com a situação sanitária de Salvador, Bahia, Brasil

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

Outrossim, a queima ou o despejo de resíduos sólidos em terreno baldio, em logradouro, rio ou lago representa uma prática inapropriada de destinação final em desacordo com o que dispõe a Lei n.º 12.305/10 (BRASIL, 2010), que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; e dá outras providências.

No tocante ao saneamento básico, destaca-se que o atendimento ao serviço de abastecimento de água pela rede geral de coleta de esgoto ou pluvial tende a ser



universalizado, principalmente no município de São Félix do Coribe (Figura 5). Ressalta-se que os mananciais subterrâneos, a captação e armazenamento de águas de chuva, o abastecimento por carro pipa, complementam, de forma estratégica, o abastecimento público de água para aproximadamente 22% dos domicílios do município de Bom Jesus da Lapa e de 18% dos domicílios de Serra do Ramalho, especialmente nas áreas mais distantes, rurais e nos assentamentos, como Mata Verde, Mandiaçu e Taquari.

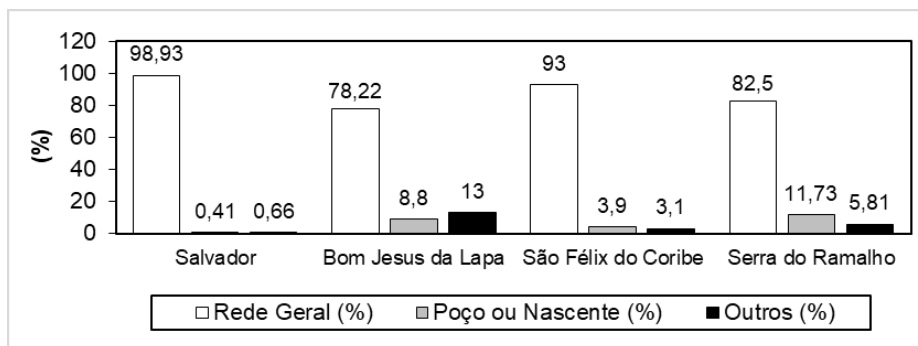


Figura 5. Síntese dos resultados da análise dos dados do abastecimento de água no Oeste da Bahia e comparação com a situação sanitária de Salvador, Bahia, Brasil.

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010).

## 4.2 Condições Sociais e Indicadores de Saúde

A Tabela 4 apresenta um sumário estatístico descritivo dos indicadores sociais de saúde Taxa de Mortalidade Infantil - TMI e a Taxa de Mortalidade na Infância - TMIN entre os anos de 2010 e 2017. Observa-se que a distribuição dos dados destes indicadores seguiram uma distribuição gaussiana, de modo que o teste de comparações múltiplas (ANOVA) revelou as médias da TMI ( $p=0,72$ ) ou da TMIN ( $p=0,97$ ) não diferiram de forma significativa entre os municípios do Oeste da Bahia ou de Salvador (Capital), entre 2010 e 2017.

Estimador Amostral	Salvador	Municípios do Oeste da Bahia		
	Capital	Bom Jesus da Lapa	São Félix do Coribe	Serra do Ramalho
Mínimo	16,51	13,51	4,22	12,35
Máximo	19,20	23,64	24,90	29,68
Média	17,94	17,61	18,13	18,85
Mediana	18,11	17,10	21,67	18,41
Desvio Padrão	1,03	3,49	7,16	6,41
Erro Padrão	0,36	1,23	2,53	2,26
Coefficiente Variação (%)	5,73	19,81	39,51	33,98
Shapiro-Wilk (p valor)	0,36 <sup>A</sup>	0,69 <sup>A</sup>	0,10 <sup>A</sup>	0,27 <sup>A</sup>

a) Valores da TMI entre 2010 a 2017 (número de óbitos < 1 ano de idade por nascidos vivos).

Estimador Amostral	Salvador	Municípios do Oeste da Bahia		
	Capital	Bom Jesus da Lapa	São Félix do Coribe	Serra do Ramalho
Mínimo	14,56	11,95	4,22	6,17
Máximo	17,56	22,73	24,90	27,83
Média	16,01	16,15	18,13	15,24
Mediana	16,01	15,59	21,67	15,78
Desvio Padrão	1,03	3,49	7,16	6,44
Erro Padrão	0,36	1,24	2,53	2,28
Coefficiente Variação (%)	6,42	21,64	39,51	42,28
Shapiro-Wilk (p valor)	0,94 <sup>A</sup>	0,56 <sup>A</sup>	0,10 <sup>A</sup>	0,50 <sup>A</sup>

b) Valores da TMIN entre 2010 a 2017 (número de óbitos entre 0 e 5 anos por nascidos vivos).

Tabela 4. Sumário estatístico das variáveis taxa de mortalidade infantil e taxa de mortalidade na infância, de acordo com os dados de domicílios particulares permanentes urbanos e rurais estudados levantados pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2019.

<sup>A</sup> Distribuição gaussiana; <sup>B</sup> Distribuição não gaussiana.

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2019.

Verifica-se uma variação dos valores da TMI e da TMIN entre 2010 e 2017, com tendência de redução nos municípios de Salvador e Bom Jesus da Lapa (Figura 3). Tem-se um comportamento diferente nos municípios de Serra do Ramalho e São Félix do Coribe, que possuem situação sanitária mais crítica e os maiores índices de internação por diarreia para cada mil habitantes. A descaracterização das componentes ambientais e as iniquidades sociais influenciam as condições de vida e saúde de grupos sociais em uma população

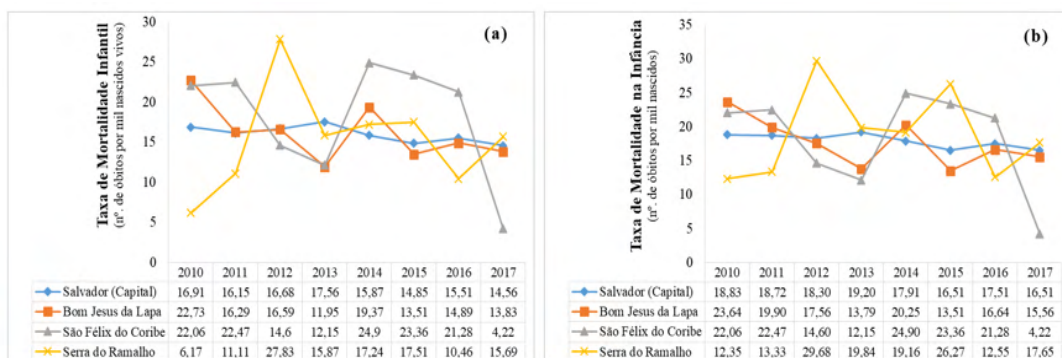


Figura 6. Variação das taxas de mortalidade infantil e de mortalidade na infância (2010 a 2017).

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2019.

Neste sentido, nos municípios do Oeste, ou Salvador, as iniquidades no acesso às políticas públicas e as falhas no saneamento agravam a TMIN, porque as crianças de 1 a 5 anos de idade têm maior mobilidade e autonomia, sendo mais vulneráveis às infecções pela exposição às áreas contaminadas e à ingestão alimentos impróprios, a depender das

condições de saneamento e de vida. Werneck e Struchiner (1997), Barcellos e Santos (1997), Bezerra Filho et al. (2007) e Gonçalves et al. (2021) compreendem que a saúde pública e as condições socioambientais relacionam-se aos padrões de ocupação do solo.

A saúde infantil é um tema prioritário na agenda de políticas públicas dos países periféricos do sistema capitalista (ALVES; BELLUZZO, 2004). Estes autores destacam que as políticas públicas de saúde infantil têm contribuído para o declínio expressivo nas TMI no Brasil, nos últimos 30 anos, mas permanecem assimetrias marcantes entre os municípios brasileiros. Os valores da TMI no país ainda são altos em comparação com padrões internacionais. Andrade et al. (2016) destacaram que a redução na mortalidade infantil e da mortalidade na infância ressaltam o papel da expansão do Programa Saúde da Família, e acompanham, também, melhorias nas condições socioeconômicas.

Magalhães et al. (2018) verificaram uma redução na TMI, entre os anos de 1990 a 2016, que passou de 47,1 para 14,0 óbitos por mil nascidos vivos. Registraram uma queda na TMIN, que variou de 53,7 e 16,4 óbitos por mil nascidos vivos, neste intervalo de tempo, de modo que a maior redução na TMI ou na TMIN foi verificada na Região Nordeste. Atribuíram que muito da melhora na saúde infantil no Brasil decorreu da criação do Sistema Único de Saúde.

Os valores da TMI neste estudo foram superiores aos encontrados, no geral, nos “países desenvolvidos”, ou nos “países em desenvolvimento” na América do Sul, a exemplo do Chile e do Uruguai (VICTORA et al., 2011). Em relação aos valores das médias da TMIN no Oeste da Bahia, ou em Salvador (Tabela 3), foram comparáveis aos valores da América Latina e Caribe entre 2010 a 2017 (18 a 24; média: 20), mas superiores aos valores na América do Norte (média: 7), Europa (média: 6) e Austrália e Nova Zelândia (média: 4), de conforme o Fundo de Emergência Internacional das Nações Unidas (UNICEF, 2018). Esta diferença pode decorrer das limitações no acesso aos serviços públicos e às condições de vida de grupos socialmente vulneráveis no Oeste da Bahia e Salvador. A TMIN pode ser associada ao acesso e a qualidade dos serviços públicos de educação, saneamento e saúde (OLIVEIRA, 2017).

### **4.3 Saneamento Ambiental, Qualidade da Água e Condições Sociais de Saúde**

A Tabela 5 apresenta um sumário estatístico descritivo das análises hidroquímicas, de modo que as águas neutras a alcalinas foram as mais expressivas. Os valores do pH foram de 6,6 a 8,95 nas amostras de água do Aquífero Bambuí e de 7,4 a 8,67 nas amostras do Aquífero Cristalino-Fissural. As águas do Aquífero Cristalino-Fissural em Bom Jesus da Lapa e do Aquífero Bambuí em Serra do Ramalho foram as mais mineralizadas (Figura 7b).

Município/Aqüífero – Aq.	Limite de Potabilidade (Portaria 2.914/11)	N	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	Erro Padrão	CV (%)	Shapiro-Wilk (Valor de p)
Bom Jesus da Lapa (Aq. Cárstico)	6.50 – 9.00	29	7.10	8.95	7.99	8.00	0.51	0.09	6.39	0.0095 <sup>B</sup>
Bom Jesus da Lapa (Aq. Fissural)		16	7.40	8.67	8.14	8.27	0.37	0.09	4.56	0.2847 <sup>A</sup>
Serra do Ramalho (Aq. Cárstico)		31	6.60	8.10	7.23	7.10	0.43	0.08	5.93	0.0099 <sup>B</sup>
São Félix do Coribe (Aq. Cárstico)		12	7.10	7.80	7.48	7.51	0.26	0.07	3.44	0.3085 <sup>A</sup>

a) Valores do potencial hidrogeniônico – pH.

Município/Aqüífero – Aq.	Limite de Potabilidade (Portaria 2.914/11)	N	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	Erro Padrão	CV (%)	Shapiro-Wilk (Valor de p)
Bom Jesus da Lapa (Aq. Cárstico)	1000.00	42	100.00	1674.00	381.98	334.00	267.48	41.27	70.02	0.0079 <sup>B</sup>
Bom Jesus da Lapa (Aq. Fissural)		42	123.00	4156.00	799.50	555.50	813.45	125.52	101.74	0.0077 <sup>B</sup>
Serra do Ramalho (Aq. Cárstico)		31	213.46	638.30	418.03	385.32	124.82	22.42	29.86	0.0353 <sup>B</sup>
São Félix do Coribe (Aq. Cárstico)		12	325.00	1121.25	539.02	485.68	219.09	63.25	40.65	0.0183 <sup>B</sup>

b) Valores dos sólidos totais dissolvidos – STD (mg.L<sup>-1</sup>)

Município/Aqüífero – Aq.	Limite de Potabilidade (Portaria 2.914/11)	N	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	Erro Padrão	CV (%)	Shapiro-Wilk (Valor de p)
Bom Jesus da Lapa (Aq. Cárstico)	250.00	35	1.40	226.00	42.52	27.00	48.01	8.12	112.91	0.0084 <sup>B</sup>
Bom Jesus da Lapa (Aq. Fissural)		38	3.02	1659.73	202.53	72.20	338.01	54.83	166.89	0.0064 <sup>B</sup>
Serra do Ramalho (Aq. Cárstico)		27	10.40	656.00	156.56	114.60	152.68	29.38	97.52	0.009 <sup>B</sup>
São Félix do Coribe (Aq. Cárstico)		8	15.60	117.00	59.78	55.05	35.90	12.69	60.05	0.7498 <sup>A</sup>

c) Valores dos íons cloreto – Cl<sup>-</sup> (mg.L<sup>-1</sup>).

Município/Aqüífero – Aq.	Limite de Potabilidade (Portaria 2.914/11)	N	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	Erro Padrão	CV (%)	Shapiro-Wilk (Valor de p)
Bom Jesus da Lapa (Aq. Cárstico)	10.00	22	0.01	20.62	1.50	0.265	4.36	0.93	290.55	0.004 <sup>B</sup>
Bom Jesus da Lapa (Aq. Fissural)		34	0.029	30.00	3.19	1.14	5.53	0.95	173.48	0.0063 <sup>B</sup>
Serra do Ramalho (Aq. Cárstico)		31	0.35	17.60	6.52	4.30	5.45	0.98	83.58	0.0096 <sup>B</sup>
São Félix do Coribe (Aq. Cárstico)		12	0.2	15.10	5.40	4.51	5.16	1.49	95.50	0.1042 <sup>A</sup>

d) Valores dos íons nitrato – N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg.L<sup>-1</sup>).

Município/Aqüífero – Aq.	Limite de Potabilidade (Portaria 2.914/11)	N	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão	Erro Padrão	CV (%)	Shapiro-Wilk (Valor de p)
Bom Jesus da Lapa (Aq. Cárstico)	0.30	21	0.03	15.40	1.63	0.25	3.64	0.79	223.36	0.0055 <sup>B</sup>
Bom Jesus da Lapa (Aq. Fissural)		19	0.04	2.17	0.46	0.29	0.51	0.12	110.46	0.0083 <sup>B</sup>
Serra do Ramalho (Aq. Cárstico)		18	0.01	0.54	0.11	0.04	0.16	0.04	140.38	0.008 <sup>B</sup>
São Félix do Coribe (Aq. Cárstico)		10	0.01	0.33	0.09	0.06	0.10	0.03	103.00	0.0152 <sup>B</sup>

e) Valores da variável Fe Total (mg.L<sup>-1</sup>).

CV: coeficiente de variação; <sup>A</sup> Distribuição gaussiana; <sup>B</sup> Distribuição não gaussiana.

Tabela 5. Sumário estatístico dos resultados das variáveis hidroquímicas no Oeste da Bahia.

As variáveis hidroquímicas das amostras de água dos municípios do Oeste da Bahia seguiram um padrão de distribuição dos dados não gaussiano (Tabela 5). Neste contexto, o resultado da aplicação do teste de comparações múltiplas de *Kruskal-Wallis* indicou haver diferença estatística significativa entre os valores das medianas das amostras para as variáveis pH ( $p < 0,0001$ ), STD ( $p = 0,0041$ ), cloreto ( $p = 0,0011$ ) e nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ( $p = 0,0046$ ).

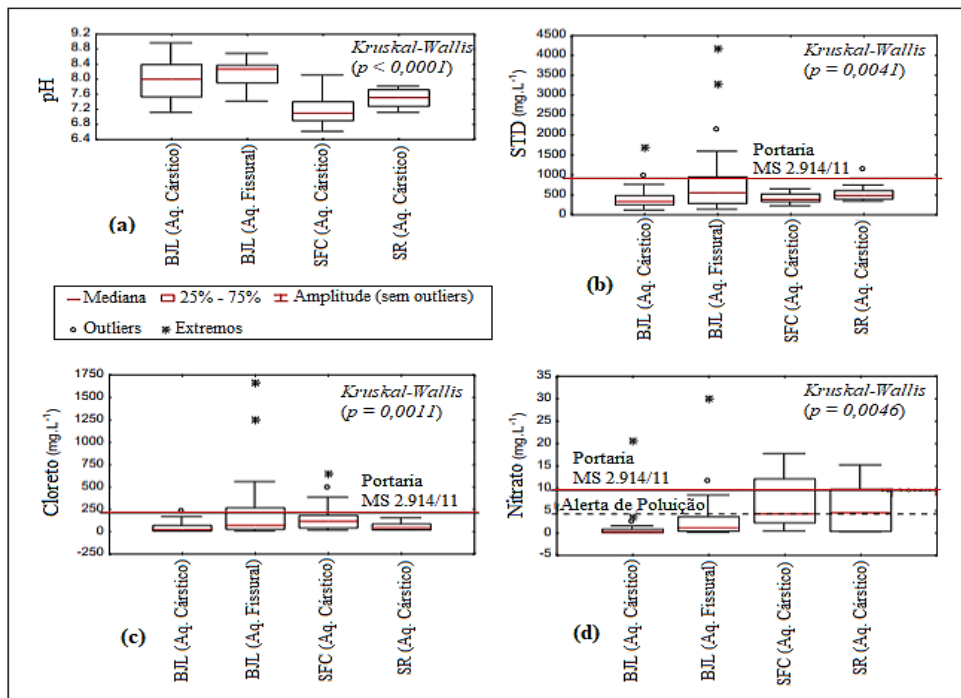


Figura 7. Diagramas de *box-plot* para análise da dispersão das variáveis hidroquímicas.

Fonte: Elaborado pelos autores, a partir dos dados de Gonçalves (2014) e SIAGAS (CPRM).

Os teores do nitrato nas águas subterrâneas variaram de 0,01 a 20,62 mg.L<sup>-1</sup> no Aquífero Bambuí e de 0,03 a 30 mg.L<sup>-1</sup> no Aquífero Cristalino (Tabela 5). Obteve-se maiores medianas do nitrato nas amostras de Serra do Ramalho e São Félix do Coribe (Aquífero Bambuí - Cárstico), decorrente da poluição por agrotóxicos e despejos efluentes líquidos domésticos no ambiente (Figura 7d).

Em relação às amostras do Aquífero Bambuí, verificou-se que 25%, 23% e 17% das amostras em São Félix do Coribe, Serra do Ramalho e Bom Jesus da Lapa, nesta ordem, excederam o limite de potabilidade do nitrato (10 mg.L<sup>-1</sup> de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (Figura 8), preconizado pela Portaria de Consolidação nº 5, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017). Assinala-se que os teores de nitrato superiores a 5 mg.L<sup>-1</sup> podem indicar a poluição da água pelo despejo *in natura* de efluentes líquidos domésticos e significar um fator de risco à saúde (SILVA; ARAÚJO, 2003; MENDES; OLIVEIRA, 2004; GONÇALVES et al., 2018).

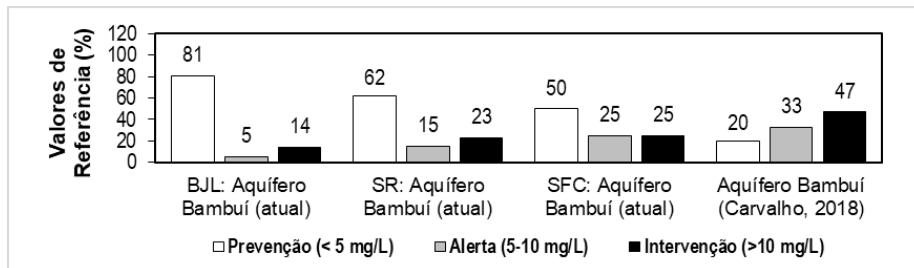


Figura 8. Valores percentuais das variáveis hidroquímicas que excederem o valor máximo permitido pela Portaria de Consolidação nº 5/17 (BRASIL, 2017), mas a amostras de água do Aquífero Bambuí, Bahia, presente estudo e comparação com resultados de Carvalho (2018)

Desta forma, as restrições de potabilidade para os teores do nitrato nas águas do Aquífero Bambuí (Cárstico), que abrangeu as categorias de Alerta e Intervenção, foram mais críticas nos municípios de São Félix do Coribe (50% das amostras) e Serra do Ramalho (38% das amostras) (Figura 8). Estes municípios têm uma baixíssima cobertura de esgotamento sanitário adequado e maiores índices de internação por diarreia para cada mil habitantes. Carvalho (2018) encontrou um cenário mais crítico de poluição das águas do Aquífero Bambuí (BA), cujos valores foram de 0,4 a 56 mg.L<sup>-1</sup> (mediana de 10,4 mg.L<sup>-1</sup>).

Neste contexto, a presença de altos teores do nitrato na água subterrânea dos municípios de São Félix do Coribe e Bom Jesus da Lapa demanda por melhoria na gestão ambiental, nas condições higiênico-sanitária e na gestão da qualidade das águas, junto ao monitoramento do nitrato e vigilância em saúde. Caberia, igualmente, investimento do poder público na formação de profissionais que entendam as relações entre ambiente e saúde.

## 5 | CONCLUSÕES

A análise espacial dos indicadores sociais de saúde e de saneamento desvelou um perfil de desigualdades entre os municípios do Oeste da Bahia quanto ao acesso aos serviços públicos de saneamento, educação e saúde. No presente estudo, notou-se uma tendência de redução das TMI e TMIN, que acompanhou o que se observou no Brasil, especialmente na Região Nordeste, entre 1990 a 2016, que refletiu o efeito das políticas públicas de saúde.

Os valores da TMI neste estudo foram superiores aos vistos em países da América do Sul, como Chile e Uruguai. Outrossim, os valores da TMIN no Oeste da Bahia foram similares ao da América Latina e Caribe de 2010 a 2017, mas superiores aos da América do Norte e Europa. Esta diferença reflete as iniquidades no acesso aos serviços públicos e às condições de vida de grupos socialmente vulneráveis no Oeste da Bahia, que pioram as TMI e TMIN.

Em relação às restrições de potabilidade da água subterrânea para o nitrato, um indicador inorgânico de poluição, inclusive por despejo de efluentes líquidos *in natura*, foram observadas situações críticas em São Félix do Coribe e Serra do Ramalho, que possuem baixa cobertura de esgotamento sanitário adequado e os maiores índices de internação por diarreia por mil habitantes. Este cenário demanda intervenções socioambientais do poder público e da sociedade e a avaliação e proposição de políticas de saúde, saneamento e educação. Caberia, também, o investimento do poder público na formação de profissionais que compreendam as múltiplas relações entre saúde e ambiente.

Desta forma, a integração dos indicadores socioeconômicos, sociais de saúde, saneamento e teores de nitrato na água indicou que as falhas do saneamento básico podem ser consideradas variáveis explicativas, em grande medida, das restrições locais da qualidade das águas no Oeste da Bahia. Ressalta-se, igualmente, que a perda de qualidade das águas subterrâneas e a degradação ambiental ameaçam à saúde pública e coletiva, os usos culturais da natureza, os modos de vida e o desenvolvimento social no Oeste da Bahia.

Contudo, os resultados obtidos neste trabalho, deixam lacunas científicas que decorrem do uso de dados sociais generalistas para realidades sociais específicas que dão conteúdos próprios às suas dinâmicas socioambientais. Não resta dúvidas, entretanto, que os indicadores utilizados foram capazes de explicitar a iniquidade no acesso às infraestruturas sociais. Optamos por tratar a problemática examinada como questão de iniquidade exatamente por não haver a equidade exigida no trato diferenciado das condições populacionais para a efetividade dos seus direitos fundamentais.

## REFERÊNCIAS

ALVES, D.; BELLUZZO, W. Infant mortality and child health in Brazil. **Economics & Human Biology**, v. 2, n. 3, p. 391-410, 2004.

ANDRADE, T. H.; GOMES, T. G. A. C. B.; FERREIRA, L. D. S.; QUEIROZ, M. N. D.; REIS NETTO, P. B. D.; BEZERRA, V. N.; COSTA, A. M. Mortalidade na infância no Brasil e regiões no período de 2000 a 2011: o impacto da atenção básica. **Comunicação em Ciências da Saúde**, 2017.

BARCELLOS, C.; SANTOS, S. M. Colocando dados no mapa: a escolha da unidade espacial de agregação e integração de bases de dados em saúde e ambiente através do geoprocessamento. **Informe Epidemiológico do SUS**, n.6, v.1, p.21-29, 1997.

BELLIDO J.G.; BARCELLOS, C.; BARBOSA, F.S.; BASTOS, F.I. Saneamiento ambiental y mortalidad en niños menores de 5 años por enfermedades de transmisión hídrica en Brasil. **Rev Panam Salud Pública**, v.28, n.2, p.114-20, 2010.

BEZERRA FILHO, J. G.; KERR, L. R. F. S.; MINÁ, D. D. L.; BARRETO, M. L. Distribuição espacial da taxa de mortalidade infantil e principais determinantes no Ceará, Brasil, no período 2000-2002. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, p. 1173- 1185, 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 12.305, de 2 de agosto 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União, Brasília.**

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. **Diário Oficial da União, Brasília.**

\_\_\_\_\_. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil.** Ranking: todo o Brasil. Brasília: PNUD/IPEA/FJP, 2010.

BÜHLER, Helena Ferraz et al. Análise espacial de indicadores integrados determinantes da mortalidade por diarreia aguda em crianças menores de 1 ano em regiões geográficas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, p. 4131-4140, 2014.

CARVALHO, J. V. **Hidrogeoquímica e isótopos estáveis das águas subterrâneas do Aquífero Bambuí (Bahia, Brasil).** 53 f. (Dissertação) Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia – PPGG - UFBA, Salvador, Brasil, 2018.

FREITAS, C. M. Problemas ambientais, saúde coletiva e ciências sociais. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n.1, p. 137-150, 2003.

FACHIN, Z.; DA SILVA, Z. M. **Acesso à água potável: direito fundamental de sexta dimensão.** São Paulo: Millennium, 2012.

GONÇALVES, M. V. P. **Flúor no Aquífero Bambuí no Sudoeste da Bahia (Brasil).** 193 f. (Tese de Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia – PPGG - UFBA, Salvador, Brasil, 2014.

GONÇALVES, M. V. P.; CRUZ, M. J. M.; ALENCAR, C. M. M.; SANTOS, R. A.; RAMOS JUNIOR, A. B. S. Geoquímica e qualidade da água subterrânea no município de Serra do Ramalho, Bahia (BR). **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.23, n.1, p. 159-172, 2018.

GONÇALVES, M. V. P.; SANTOS, R. A.; CRUZ, M. J. M.; PORCIÚNCULA, D. C. L. Condições Sociais de Saúde, Saneamento e Qualidade das Águas Subterrâneas de Itaparica e Vera Cruz, Região Metropolitana de Salvador, Bahia (BR). **Geoinf: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PGE/UEM)**, v. 13, n. 1, p. 121-145, 2021.

HIRATA, R.; CAGNON, F.; BERNICE, A.; MALDANER, C. H.; GALVÃO, P.; MARQUES, C.; TERADA, R.; VARNIER, C.; RYAN, C.; BERTOLO, R. Nitrate Contamination in Brazilian Urban Aquifers: A Tenacious Problem. **Water**, v. 12, n. 2709, p.1-20, 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). Dados do Censo demográfico. Diário Oficial da União de 24/11/2010, Brasília.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019). Cidades e Estados do Brasil. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/Salvador/BA/panorama>. Acessado em: 22 agosto de 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Balanço hídrico e dados climatológicos. Mapa Climatológico de Precipitação Pluviométrica Acumulada Anual (1931-1990), 2011 e 2012. Disponível em: < [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br) >. Acesso em: 10 mar. 2016.



MAGALHÃES, M. de L.; CORTEZ-ESCALANTE, J.; CANNON, L. R. C.; COIMBRA, T. S.; PADILLA, H. Desafios da mortalidade infantil e na infância. In: **Relatório 30 anos de SUS, que SUS para 2030?**, 2018. p. 75 -101.

MENDES, B.; OLIVEIRA, J.F.S. **Qualidade da água para o consumo humano**. Lisboa: Lidel, Edições Técnicas, 2004. 640 p.

MINAYO, M.C.S.; PORTO, M.F.S.; FREITAS, C.M.; ROZEMBERG, B.; SOARES, M.; MENDES, R. O programa institucional sobre saúde e ambiente no processo de desenvolvimento da Fundação Oswaldo Cruz. **An Acad Bras Ciênc**, v. 71, n. 2, p. 279-88, 1999.

MISI, A.; KAUFMAN, A.J.; AZMY, K.; DARDENNE, M.A.; SIAL, A.N.; DE OLIVEIRA, T. F. et al. eoproterozoic successions of the Sao Francisco Craton, Brazil: the Bambui, Una, Vazante and Vaza Barris/Miaba groups and their glaciogenic deposits. **Geological Society. Memoirs (London)**, v.36, n.1, p.509-522, 2011.

OLIVEIRA, S. Meio ambiente, saneamento e saúde: alguns indicadores. In: ZHOURI, A. ZHOURI, Andréa; LASCHEFSKI, Klemens (Orgs.). **Desenvolvimento e conflitos ambientais**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2017. p. 329-350.

PAIVA, R. F. D. P. D. S.; SOUZA, M. F. D. P. D. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, n.34, v. 1, p. e00017316, 2018.

POMPÊO, M. L.M.; SILVA, S.C.; MOSCHINI-CARLOS, V. O abastecimento de água e o esgotamento sanitário: propostas para minimizar os problemas no Brasil. In: ROSA, A.H.; FRACETO, L.F.; MOSCHINI-CARLOS, V. (Orgs.). **Meio ambiente e sustentabilidade** (Orgs.). Porto Alegre: Bookman, 2012. p. 41-61

PORTO, M. F. Saúde do trabalhador e PORTO, M. F.; MARTINEZ-ALIER, J. Ecologia política, economia ecológica e saúde coletiva: interfaces para a sustentabilidade do desenvolvimento e para a promoção da saúde. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, p. S503-S512, 2007.

PORTO, Marcelo Firpo. Saúde do trabalhador e o desafio ambiental: contribuições do enfoque ecossocial, da ecologia política e do movimento pela justiça ambiental. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 10, p. 829-839, 2005.

REYNOLDS-VARGAS, J.; FRAILE-MERINO, J.; HIRATA, R. Trends in nitrate concentrations and determination of their origin using stable isotopes (<sup>18</sup>O and <sup>15</sup>N) in groundwater of the western Central Valley, Costa Rica. **Ambio: A Journal of the Human Environment**, v. 35, n. 5, p. 229–236, 2006.

RASELLA, D. Impacto do Programa Água para Todos (PAT) sobre a morbi-mortalidade por diarreia em crianças do Estado da Bahia, Brasil. **Cad Saúde Pública**, n.29, v.1, p.40-50, 2013.

SANTOS, R. A. **Hidrogeoquímica dos Domínios Cársticos de Irecê, Bahia-Brasil**. 82 f. (Tese de Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia – PPGG - UFBA, Salvador, Brasil, 2017.

SILVA, R. D. C. A. D.; ARAÚJO, T. M. D. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, n.8, v.4, p.1019-1028, 2003.

TEIXEIRA, J.C.; GUILHERMINO, R. L. Análise da associação entre saneamento e saúde nos estados brasileiros, empregando dados secundários do banco de dados Indicadores e Dados Básicos para a Saúde – IDB 2003. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, n.3, v.11, p.277-282, 2006.

TEIXEIRA, J.C.; PUNGIRUM, M.E.M.D.C. Análise da associação entre saneamento e saúde nos países da América Latina e do Caribe, empregando dados secundários do banco de dados da Organização Pan-Americana de Saúde-OPAS. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 8, p. 365-376, 2005.

UNICEF - United Nations Children's Fund. **Estimation, Levels & Trends in Child Mortality: Levels and trends in child mortality - Report 2018**. New York: UNICEF, 2018. Acesso em: 01.07.2021. Disponível em: file:///C:/Users/Vitor/Desktop/UN-IGME-Child-Mortality-Report-2018.pdf

VETTER, D. M.; SIMÕES, C. C. da S. Acesso à infra-estrutura de saneamento básico e mortalidade. **Revista Brasileira de Estatística, Rio de Janeiro**, v. 42, n. 165, p. 17-35, 1981.

VICTORA, C. G.; AQUINO, E. M.; LEAL, M. C.; MONTEIRO, C. A.; BARROS, F. C.; SZWARCOWALD, C. L. Maternal and child health in Brazil: progress and challenges. **The Lancet**, v. 377, n. 9780, p. 1863-1876, 2011.

WERNECK, G. L.; STRUCHINER, C. J. Estudos de agregados de doença no espaço - tempo: conceitos, técnicas e desafios. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 13, p. 611-624, 1997.

## 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

