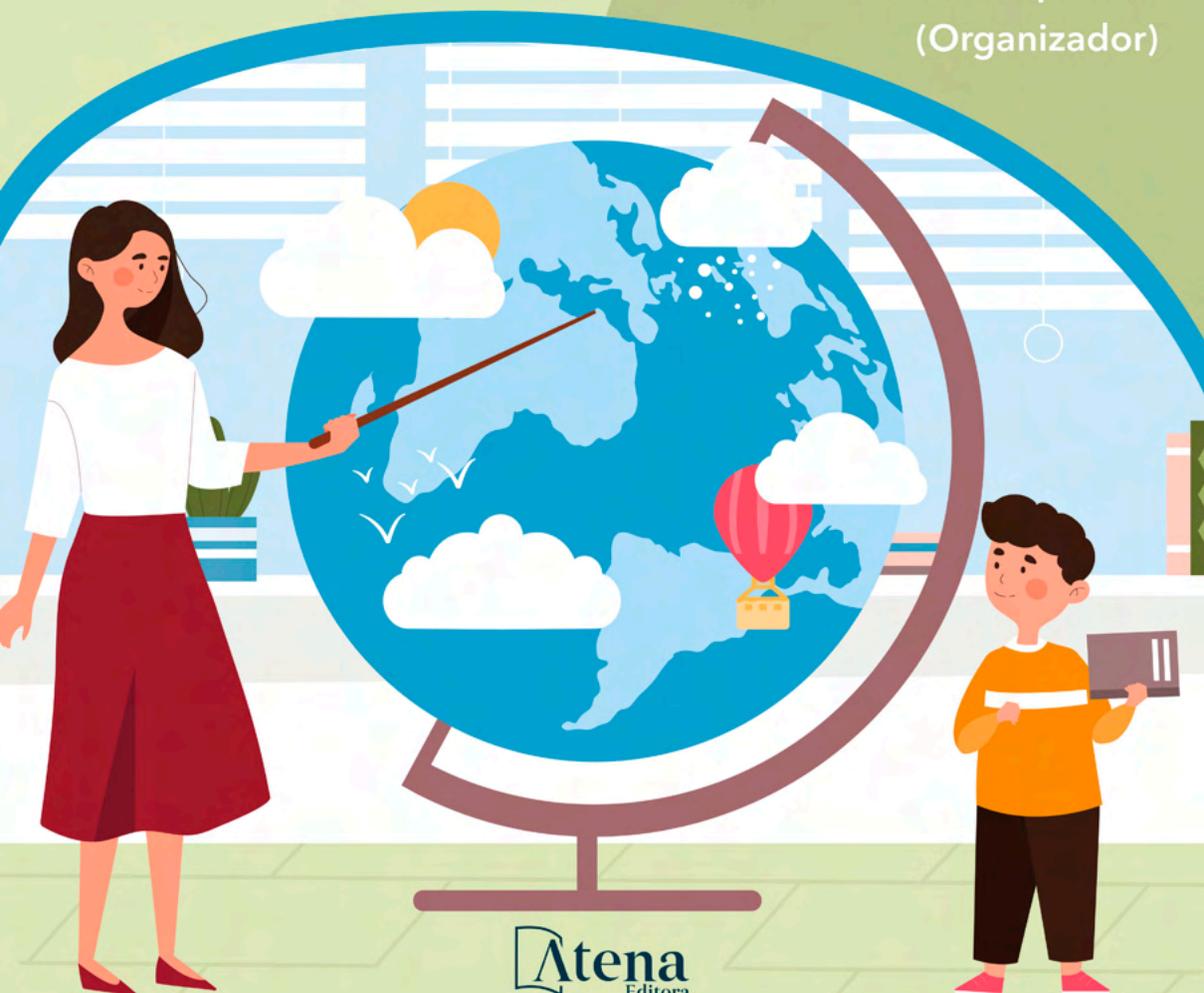


# GEOGRAFIA E ENSINO:

Dimensões teóricas e práticas

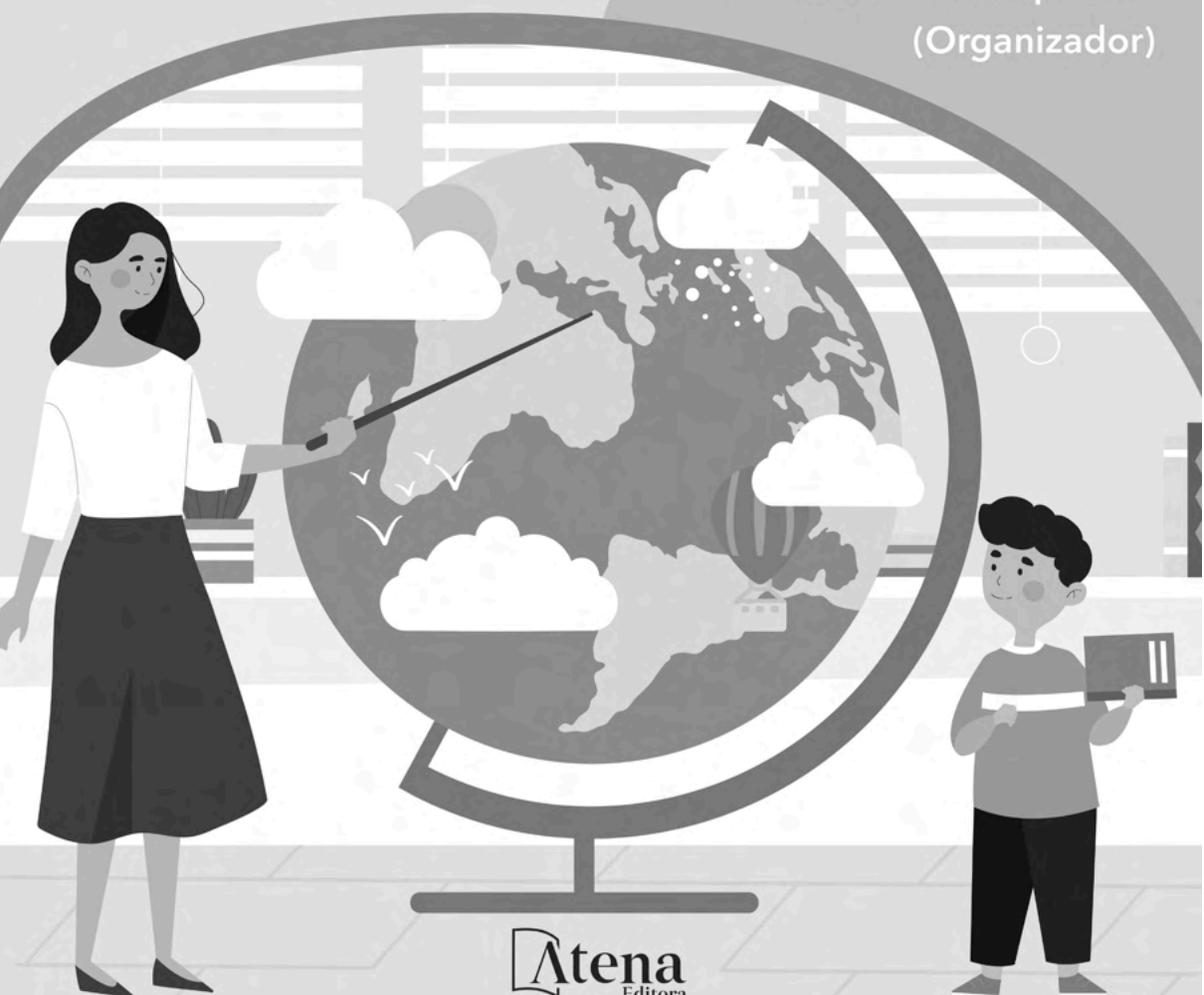
Adilson Tadeu Basquerote  
(Organizador)



# GEOGRAFIA E ENSINO:

Dimensões teóricas e práticas

Adilson Tadeu Basquerote  
(Organizador)



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 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. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí

Prof. Dr. Alexandre de Freitas Carneiro – Universidade Federal de Rondônia

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 Ana Maria Aguiar Frias – Universidade de Évora

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa



Prof. Dr. Antonio Carlos da Silva – Universidade Católica do Salvador  
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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadilson Marinho da Silva – Secretaria de Educação de Pernambuco  
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  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lucicleia Barreto Queiroz – Universidade Federal do Acre  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Universidade do Estado de Minas Gerais  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Marianne Sousa Barbosa – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. Pedro Henrique Máximo Pereira – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins



# Geografia e ensino: dimensões teóricas e práticas

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Adilson Tadeu Basquerote

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G345 Geografia e ensino: dimensões teóricas e práticas /  
Organizador Adilson Tadeu Basquerote. – Ponta Grossa  
- PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-912-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.124220703>

1. Geografia – Estudo e ensino. I. Basquerote, Adilson  
Tadeu (Organizador). II. Título.

CDD 910.7

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



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## 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: “**Geografia e ensino: Dimensões teóricas e práticas**”, apresenta estudos que interconectam a pesquisa, o ensino. Nela, distintos aspectos dos processos teóricos, práticos e pedagógicos da ciência geográfica são apresentados, de modo a compor em parte, um panorama dos caminhos trilhados pelos estudos geográficos e das possíveis nuances que podem ser investigados, sob a luz do entendimento das sociedades e dos espaços por elas habitados.

Partindo desse entendimento, o livro composto por doze capítulos, resultantes de pesquisas empíricas e teóricas, de distintos pesquisadores de diferentes instituições e regiões brasileiras e uma de Coimbra, Portugal. Apresenta pesquisas do cenário educativo, ou de pesquisa, que interrelacionam ações humanas sobre o espaço, destacando a centralidade das relações de poder na constituição social. Entre os temas abordados, predominam estudos sobre inclusão, educação especial, currículo, cartografia, educação ambiental, uso pedagógico de jogos, alimentação, mobilidade, fontes de energia, entre outros.

Para mais, destacamos a importância da socialização dos temas apresentados, como forma de visibilizar os estudos realizados sob dissemelhantes perspectivas. Nesse sentido, a Atena Editora, se configura como uma instituição que possibilita a divulgação científica de forma qualificada e segura.

Que a leitura seja convidativa!

Adilson Tadeu Basquerote

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A GEOGRAFIA POÉTICA E O ENSINO PAN – AMAZÔNICO DE FRONTEIRA Francisco Marqueline Santana  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.1242207031">https://doi.org/10.22533/at.ed.1242207031</a>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
APRENDER BRINCANDO: O AMAZONAS E A AMAZÔNIA EM JOGOS Marcela Vieira Pereira Mafra  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.1242207032">https://doi.org/10.22533/at.ed.1242207032</a>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>26</b>
EDUCAÇÃO ESPECIAL PARA ALUNOS ESPECIAIS Luciene Soares de Oliveira Pena Monique Cardoso de Almeida José Henrique Rodrigues Stacciarini  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.1242207033">https://doi.org/10.22533/at.ed.1242207033</a>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>41</b>
SUJEITOS, TRAJETÓRIAS E LUGARES: INCLUSÃO E ARTE ATRAVÉS DA CAPOEIRA Jackson Luis Capote Clayton Luiz da Silva  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.1242207034">https://doi.org/10.22533/at.ed.1242207034</a>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>55</b>
REPENSANDO O CURRÍCULO: UMA PROPOSTA DE GEOGRAFIA ESCOLAR PARA INDÍGENAS DA ETNIA ATIKUM EM ANGICAL – BAHIA Édila Bianca Monfardini Borges Valney Dias Rigonato  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.1242207035">https://doi.org/10.22533/at.ed.1242207035</a>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>72</b>
A CARTOGRAFIA ESCOLAR E O PENSAMENTO ESPACIAL DOS ESTUDANTES AO FINAL DO FUNDAMENTAL BRASILEIRO Ronaldo Goulart Duarte  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.1242207036">https://doi.org/10.22533/at.ed.1242207036</a>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>85</b>
O ENSINO DE GEOGRAFIA E A POÉTICA ONTOLÓGICA DO BEM VIVER Francisco Marqueline Santana  <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.1242207037">https://doi.org/10.22533/at.ed.1242207037</a>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>91</b>
EXPERIÊNCIAS IMIGRATÓRIAS EM PEQUENOS ESPAÇOS INSULARES. OS CASOS	

DAS ILHAS GRACIOSA (AÇORES) E EL HIERRO (CANÁRIAS)

Paulo Espínola

Fernanda Cravidão

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1242207038>

**CAPÍTULO 9..... 100**

**ENERGIA GEOTÉRMICA E BOMBA DE CALOR: ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL A PARTIR DE OUTRAS FONTES DE ENERGIA**

Margareth Santoro Baptista de Oliveira

Thiago Santoro Baptista Tirelo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1242207039>

**CAPÍTULO 10..... 109**

**A BR 158 E AS TRANSFORMAÇÕES DO CERRADO NO VALE DO ARAGUAIA MATO-GROSSENSE**

Elizeu Demambro

Pedro Araújo Pietrafesa

Gabriela Vivian Gómes Rojas

Elisangela Kipper

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.12422070310>

**CAPÍTULO 11..... 125**

**RÓTULOS DOS ALIMENTOS NO BRASIL: UM ESTUDO À LUZ DA “GEOGRAFIA MÉDICA” (2012-2020)**

Luciene Soares de Oliveira Pena

José Henrique Rodrigues Stacciarini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.12422070311>

**CAPÍTULO 12..... 130**

**O LUGAR DAS CULTURAS AFRO-BRASILEIRAS NO CURRÍCULO DO ENSINO MÉDIO EM ARAGUAÍNA-TO (2017-2018)**

Ana Caroline Pereira dos Santos

Tatiana do Carmo de Almeida

Fátima Maria de Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.12422070312>

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 140**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 141**

## ENERGIA GEOTÉRMICA E BOMBA DE CALOR: ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL A PARTIR DE OUTRAS FONTES DE ENERGIA

*Data de aceite: 01/03/2022*

*Data de submissão: 03/12/2021*

### **Margareth Santoro Baptista de Oliveira**

Escola Preparatória de Cadetes do Ar / Epcar  
Barbacena/MG  
Instituto Federal de Goiás / IFG  
Anápolis/GO  
<http://lattes.cnpq.br/2867344535507377>

### **Thiago Santoro Baptista Tirelo**

Centro de Ciências Humanas, Linguagens e  
Artes – CCHLA / UFRN  
Natal/RN  
<http://lattes.cnpq.br/0561938329403768>

**RESUMO:** A expansão da industrialização e urbanização, principalmente na segunda metade do séc. XX, teve como consequência um crescimento populacional significativo, acarretando acréscimo no consumo energético e, conseqüentemente, aumento na demanda de geração. Tal cenário exige o estabelecimento de uma sociedade sustentável que garanta a preservação ambiental e a disponibilidade de recursos naturais para gerações futuras, a partir do uso racional desses recursos, fundamentado no incentivo de utilização de fontes renováveis de energia. A trajetória nacional, a partir de 2015, foi de crescimento na utilização de “energia verde”, tornando-se a matriz energética de maior renovabilidade mundialmente. Apesar do panorama favorável, o aproveitamento, especificamente, de energia geotérmica é

incipiente, sendo predominantemente utilizada, de forma direta, para fins turísticos e de recreação. É uma fonte de energia sem resíduos nocivos à saúde e ao meio ambiente, além de possuir capacidade operacional contínua, não dependendo de condições climáticas favoráveis. No Brasil, tem-se as ilhas de Fernando de Noronha e Trindade, além da região do Aquífero Guarani, como pontos de elevado potencial geotérmico. Esse tipo de energia tem sido aproveitado no setor residencial, recorrendo à tecnologia de bombas de calor geotérmica (BCG), como fonte ou dissipador de calor. O Brasil está desenvolvendo um estudo pioneiro, na Escola de Engenharia de São Carlos, para captação ou rejeição do calor do/no solo por meio das estacas que compõem a fundação de uma construção. Nesse viés, percebe-se que investir na educação básica e tecnológica para desenvolver tecnologias que promovam a viabilidade de exploração e aproveitamento da energia geotérmica, representa um passo para o desenvolvimento de geração de energia de forma sustentável. O mundo atravessa um período de transformações, principalmente em termos ambientais, tornando o estudo da viabilidade sobre a utilização de novas formas de energia essenciais para segurança econômica e social do país.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desenvolvimento sustentável, Energia renovável, Energia geotérmica, Bomba de calor.

## GEOTHERMAL ENERGY AND HEAT PUMP: SUSTAINABLE ALTERNATIVE FROM OTHER ENERGY SOURCES

**ABSTRACT:** The expansion of industrialization and urbanization, mainly in the second half of the century. XX, resulted in a significant population growth, leading to an increase in energy consumption and, consequently, an increase in the demand for generation. This scenario requires the establishment of a sustainable society that guarantees environmental preservation and the availability of natural resources for future generations, based on the rational use of these resources, based on encouraging the use of renewable energy sources. The national trajectory, as of 2015, was one of growth in the use of “green energy”, becoming the most renewable energy matrix in the world. Despite the favorable outlook, the use, specifically, of geothermal energy is incipient, being predominantly used directly for tourism and recreation purposes. It is an energy source without harmful waste to health and the environment, in addition to having continuous operational capacity, not depending on favorable weather conditions. In Brazil, there are the islands of Fernando de Noronha and Trindade, in addition to the Guarani Aquifer region, as points of high geothermal potential. This type of energy has been harnessed in the residential sector, using geothermal heat pump (BCG) technology as a source or heat sink. Brazil is developing a pioneering study, at the São Carlos School of Engineering, to capture or reject heat from/in the ground through the piles that make up the foundation of a building. In this bias, it is clear that investing in basic and technological education to develop technologies that promote the feasibility of exploration and use of geothermal energy represents a step towards the development of energy generation in a sustainable way. The world is going through a period of transformation, mainly in environmental terms, making the feasibility study on the use of new forms of energy essential for the country’s economic and social security.

**KEYWORDS:** Sustainable development, Renewable energy, Geothermal energy, Heat pump.

### 1 | INTRODUÇÃO

A palavra energia apareceu pela primeira vez em 1807, sugerida pelo médico e físico inglês Thomas Young, relacionando diretamente com a concepção da capacidade de um corpo realizar algum tipo de *trabalho* mecânico (Wilson, 1968). No cenário da Revolução Industrial, iniciado na Inglaterra no século XVIII como um processo de grandes transformações econômico-sociais, era presenciada a conversão de energia térmica (*calor*) em algo útil (*trabalho*) aplicado no funcionamento de máquinas (denominadas “máquinas térmicas”, sendo a máquina a vapor sua aplicação mais clássica), oportunizando o desenvolvimento tecnológico e industrial. O conceito de energia torna-se, dessa forma, um dos mais unificadores e estruturantes dos processos de natureza diversa, seja transformando as substâncias, garantindo a manutenção da vida ou no esforço exercido ao empurrar um objeto. Em todos os casos, a energia é uma das grandezas físicas necessárias à correta descrição do inter-relacionamento, sempre mútuo, entre dois entes ou sistemas físicos, traduzindo a capacidade do sistema, interagindo com o meio que o cerca, de realizar *trabalho* ou transferir *calor*. Com isso, o conceito de energia torna-se

tema central presente em todos os aspectos da sociedade moderna.

O desenvolvimento tecnológico e industrial, caracterizado pela substituição da manufatura pela maquinofatura, foram impulsionados pelas mudanças sociais, as quais precederam a formulação de teorias científicas, apesar de suas bases já estarem lançadas. Os recursos energéticos (carvão mineral, petróleo e gás natural, fontes de energia não renováveis, representando até hoje importante fonte de energia) eram o foco de interesses, gerando disputas geopolíticas desde a primeira Revolução Industrial. Na segunda metade do século XX, com a expansão do meio urbano-industrial e, conseqüentemente, o crescimento populacional, foi presenciado um aumento exponencial do consumo energético, demandando, dessa forma, uma expressiva quantidade de geração de energia, o que conduziu a comunidade acadêmica a novos debates sobre consumo, recursos naturais, mudanças climáticas e, principalmente, a segurança energética dos países mais ricos (SALES, s/d).

Historicamente, o planejamento energético no Brasil tem privilegiado a expansão da oferta para atender ao crescimento do consumo. Contudo, esta estratégia de gestão, por meio da implantação de novas usinas, apresenta sinais de esgotamento e exige investimentos significativos. A base da matriz energética brasileira é basicamente de fonte hidráulica devido a formação geológica o que permite a utilização de grande potencial hidrelétrico, que é uma fonte renovável de energia, representando 65,2% da oferta total de eletricidade, segundo dados de 2020 do Balanço Energético Nacional (BEN, 2021). Essa infraestrutura de geração provoca impacto socioambiental, uma vez que a construção de novos aproveitamentos hidrelétricos provoca o alagamento de grandes áreas com perda da biodiversidade, alterações no regime hídrico, deslocamento de comunidades locais acarretando prejuízos econômicos para as mesmas, além de não ser levado em consideração o cenário das mudanças climáticas com redução da oferta de água e, conseqüentemente, da geração de energia hidroelétrica, cuja regularização dos reservatórios é plurianual e dependente das condições hidrológicas. Fontes alternativas de energia, como as termelétricas, também apresentam impactos ambientais significativos, cujos efluentes gasosos apresentam alto poder poluidor.

Segundo estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas (2021), em relação aos últimos dez anos, constatou-se um crescimento médio de 4% ao ano no consumo de energia elétrica. Identifica-se a necessidade de investimentos no setor de forma a garantir a oferta e estabelecer a segurança energética para desenvolvimento do país.

Tal cenário exige o estabelecimento de uma sociedade sustentável – integrada e integrante de um meio ambiente saudável – que garanta a preservação ambiental e a disponibilidade de recursos naturais para gerações futuras, a partir do uso racional desses recursos, fundamentado no incentivo da utilização de fontes renováveis de energia. De acordo com o Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional (BEN, 2021), desde 2015, houve um crescimento na trajetória nacional do uso de fontes renováveis de energia,

permitindo que a matriz energética brasileira se tornasse a mais renovável mundialmente (Figura 1).

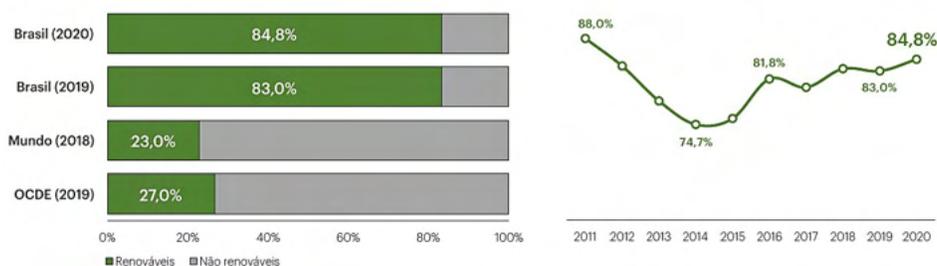


Figura 1: Participação de renováveis na matriz elétrica brasileira e mundial

Fonte: BEN 2021 / Relatório Síntese / Ano base 2020

A renovabilidade da matriz elétrica brasileira é consequência do ganho de representatividade de fontes de energia eólica e, principalmente, solar – aumento, em 2020, de 187,1% em comparação a 2019 – acompanhada da redução do uso de fontes fósseis para a geração termelétrica. Apesar do panorama favorável em termos de renovabilidade, percebe-se na composição da matriz energética brasileira não menção, no Relatório do Balanço Nacional Energético (2021), de geração de energia por meio de fonte geotermal. Contudo, é um recurso que, diante do cenário mundial relativo a questão energética, surge como uma alternativa sustentável para o uso residencial.

Configura-se assim, a proposição do presente trabalho em discutir a viabilidade de utilização de energia geotérmica no setor residencial, recorrendo à tecnologia de bombas de calor geotérmica (BCG), como fonte ou dissipador de calor.

## 2 | ENERGIA GEOTÉRMICA

Energia geotérmica é a energia obtida abaixo da superfície sólida terrestre, evidenciada pelo afloramento de água quente em fontes termais, erupções vulcânicas, entre outros. O aproveitamento no Brasil, especificamente, de energia geotermal é incipiente, sendo predominantemente utilizada, de forma direta, para fins turísticos e de recreação. A energia geotermal é uma fonte de energia renovável, sem resíduos nocivos à saúde e ao meio ambiente, e sustentável como parte dos recursos de “energia verde” possuindo capacidade operacional contínua, pois independe de condições climáticas favoráveis como a solar, eólica, hidrelétrica (LUND, s/d).

A utilização da energia geotermal é conseguida por meio da perfuração de poços de modo a alcançar os reservatórios contendo ou vapor d’água ou água a uma temperatura elevada, direcionando-os às turbinas das centrais geotérmicas, para fins industriais. Nesse viés, recorre-se, por exemplo, ao uso de poços de petróleo desativados. Outro fator a ser

considerado é a localização de pontos com elevado potencial geotérmico. Para Rabelo *et al.* (2002), a temperatura ideal para uso direto da energia geotérmica encontra-se na faixa de 35°C a 148°C. Estudos desenvolvidos por Alexandrino, Couy e Rodrigues (2012), avaliaram o potencial geotérmico para o estado de Minas Gerais, indicando regiões da Bacia do Rio São Francisco, Triângulo Mineiro e trechos da região sudeste e sul do estado, com temperaturas entre 150°C e 180°C. Gomes (2009), a partir da determinação do fluxo geotérmico na Bacia do Paraná, constatou a possibilidade de utilização dessa capacidade para fins balneológicos e do turismo termal. No ano de 2005, seu estudo foi direcionado para o estudo do potencial da crosta do estado do Rio de Janeiro. As regiões de Caldas Novas (GO) e Poços de Caldas (MG) utilizam a energia termal no desenvolvimento turístico com instalação de estâncias e parques hidrotermais. As ilhas de Fernando de Noronha e Trindade, além de estudo na região do Aquífero Guarani (HAMZA *et al.*, 2010, *apud* ARBOIT *et al.*, 2013) possuem elevado potencial geotérmico (Figura 2, Figura 3).

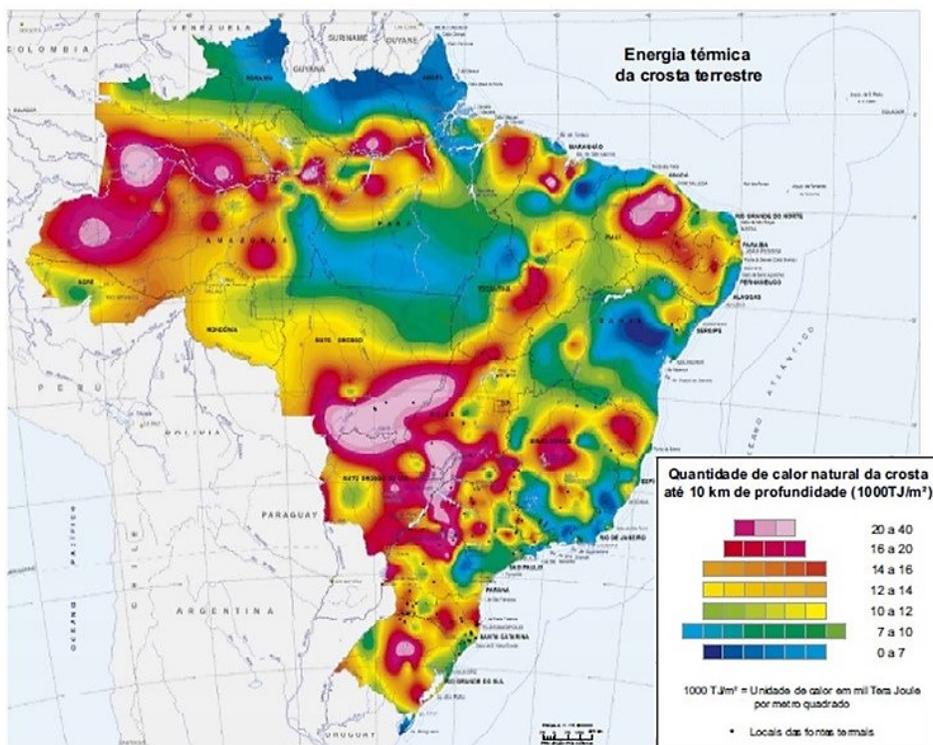


Figura 2: Energia térmica da crosta terrestre

Fonte: IBGE, 2010 – Atlas Nacional Digital do Brasil..

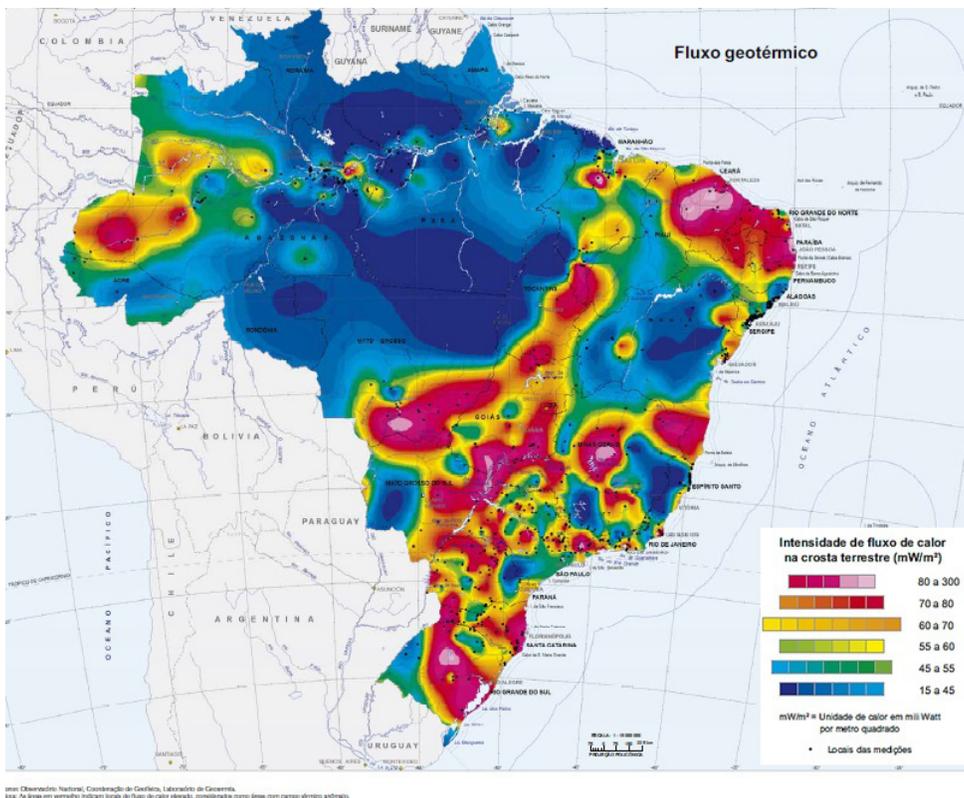


Figura 3: Mapa de fluxo geotérmico

Fonte: IBGE, 2010 – Atlas Nacional Digital do Brasil.

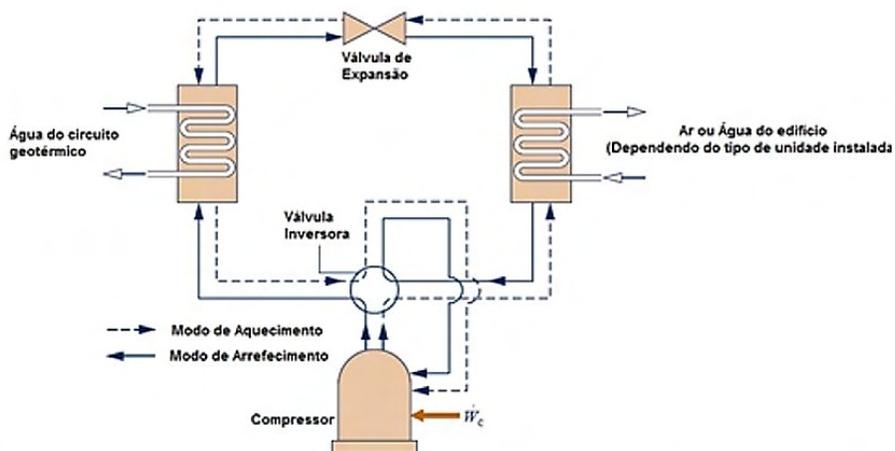
Vislumbra-se o potencial geotérmico do território brasileiro, apesar de pouco explorado, como fonte de energia não convencional sustentável.

### 3 | BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICO (BCG)

O desenvolvimento de sistemas geotérmicos para climatização residencial e/ou aquecimento de água, apresenta potencial em virtude da disponibilidade de recurso energético aproveitado recorrendo à tecnologia de bomba de calor geotérmico (BCG), como fonte ou dissipador de calor, baseado no aproveitamento da variação de temperatura entre o solo e do ambiente.

Bomba de calor geotérmico (BCG) é um termo utilizado para uma grande variedade de sistemas que utilizam o solo, a água subterrânea ou a superficial como fonte ou dissipador de calor. Esse sistema de aquecimento ou arrefecimento funciona pelo bombeamento da água através de um tubo inserido no solo (sonda geotérmica), que por meio da diferença de temperatura do subsolo, aquecem ou arrefecem a água e, em seguida, o ar dentro das residências. Apesar dos vários tipos de BCG, a unidade mais utilizada é a bomba de calor

água-ar, representado na Figura 4 (GONÇALVES, 2017).



Esquema de uma unidade de BCG com modo de aquecimento e arrefecimento de um edifício.

Figura 4: Esquema de uma unidade BCG, com modo aquecimento e arrefecimento.

Fonte: Moran e Shapiro, 2010 *apud* Gonçalves, 2017.

Analisando a Figura 4, a água proveniente do circuito geotérmico, entra em contato com o fluido refrigerante, utilizado no ciclo termodinâmico, ocorrendo troca de calor no permutador (à esquerda). O fluido passa pela válvula inversora que tem a função seletiva de operação de aquecimento e de arrefecimento, permitindo que funcionem paralelamente. No compressor, ocorre um aumento da pressão e temperatura desse fluido que, ao entrar em contato com o permutador à direita, transfere energia para o meio que se deseja aquecer, reduzindo sua temperatura. A partir daí, com a temperatura menor, o fluido atravessa a válvula de expansão, tendo sua pressão diminuída e seu volume aumentado. Como esse processo ocorre rapidamente, ele é classificado como adiabático, ou seja, não há troca de calor com o meio e, com isso, sua temperatura também é reduzida. Sendo assim, o fluido refrigerante retorna ao permutador a baixa temperatura facilitando a troca de calor com a água proveniente do circuito geotérmico.

No caso de arrefecimento, o fluido refrigerante, em contato com a água proveniente do circuito geotérmico, passa pela válvula de expansão tendo sua pressão e temperatura diminuídas e seu volume aumentado. Ao atravessar o permutador à direita, retira energia sob a forma de calor do meio que se deseja arrefecer. Com sua temperatura elevada, o fluido refrigerante é comprimido no compressor num processo adiabático: pressão e temperaturas aumentam e volume diminui. Ao atravessar o permutador da esquerda, o fluido cede energia sob a forma de calor para a água do ciclo geotérmico.

O Brasil, impulsionado pela experiência internacional no aproveitamento da energia geotérmica, está desenvolvendo um estudo pioneiro, na Escola de Engenharia de São Carlos, de captação ou rejeição de energia sob a forma de calor do/no solo por meio das estacas que compõem a fundação de um edifício. Nessa tendência, investir na educação básica e tecnológica para desenvolver tecnologias que promovam a viabilidade de exploração e aproveitamento da energia geotérmica, para fins industriais e residenciais, representa um passo significativo na direção do desenvolvimento de geração de energia de forma sustentável.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A energia calorífica proveniente do interior do planeta é uma fonte de energia renovável, podendo ser utilizada de forma direta ou indireta. Investir na educação básica e tecnológica a fim de desenvolver tecnologias que promovam a efetividade de exploração e aproveitamento de outras formas de energia para transformação em energia elétrica, tanto para fins industriais e como residenciais, como a energia geotermal, representa um passo significativo na direção do desenvolvimento de geração de energia de forma sustentável. O mundo atravessa um período de transformações, principalmente em termos ambientais, o que torna o estudo da viabilidade sobre a utilização de novas formas energias essenciais para segurança econômica e social do país. E é no âmbito escolar que se inicia a desmitificação da Ciência como sendo um conhecimento para poucos eleitos e que são expostas ferramentas eficazes na construção do conhecimento com temas estruturadores que articulem competências e conteúdos contextualizados cultural, social, econômico, político e ambientalmente, de forma a perceber e compreender a sociedade moderna, numa visão dinâmica reafirmando que a Educação é peça fundamental para o futuro da sociedade.

## REFERÊNCIAS

ALEXANDRINO, C. H.; COUY, C. E. M.; RODRIGUES, F. L. **Avaliação dos recursos geotérmicos de Minas Gerais**. Revista Vozes dos Vales, n.1, ano I, 2012.

ARBOIT, N. K. S.; DECEZARO, S. T.; DO AMARAL, G. M.; LIBERALESSO, T.; MAYER, V. M.; KEMERICH, P. D. da C. **Potencialidade de utilização da energia geotérmica no Brasil – uma revisão literária**. Revista do Departamento de Geografia, v. 26, p. 155-168, 2013.

GOMES, A. J. L. **Avaliação de recursos geotermiais da Bacia do Paraná**. Tese (Doutorado em Geofísica). Observatório Nacional. Rio de Janeiro, 2009.

GOMES, A. J. L. **Avaliação dos recursos geotermiais no estado do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado em Geofísica). Observatório Nacional do Rio de Janeiro, 2003.

GONÇALVES, D. J. P. **utilização de Bombas de Calor Geotérmico no Aquecimento e Climatização da Academia Militar – Aquartelamento da Amadora (um estudo de caso)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão da Energia) – Instituto Superior Técnico. Lisboa, p. 106, 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas Nacional Digital**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

LUND, J. W. **Utilization of goethermal resources**. Disponível em: <<https://www.geothermal-energy.org>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Resenha Energética Brasileira: Resultados 2020**. Julho 2021, 2021. 31 p.

\_\_\_\_\_. **Balanco Energético Nacional (BEN) 2021**: Ano base 2020, 2021. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br>>. Acesso em: 18 ago. 2021.

RABELO, J. L.; DE OLIVEIRA, J. N.; DE REZENDE, R. J.; WENDLAND, E. **Aproveitamento da energia geotérmica do sistema Aquífero Guarani: um estudo de caso. Águas Subterrâneas**. In: XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 12., 2002. Anais. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22057>. Acesso em: 10 set. 2021.

SALES, M. V. **A questão energética na atualidade**. Disponível em: <<http://educacao.globo.com/artigo/questao-energetica-na-atualidade.html>>. Acesso em 18 ago. 2021.

WILSON, M. **A energia**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1968. 200p.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Água 21, 25, 59, 61, 62, 64, 102, 103, 105, 106, 115, 121

Alimento 125, 126

Amazônia 1, 2, 4, 5, 6, 8, 11, 13, 14, 15, 20, 21, 22, 23, 110, 112, 114, 118

Análise 3, 15, 16, 36, 38, 40, 73, 76, 77, 78, 80, 92, 93, 96, 111, 118, 123, 125, 126, 127, 129, 135, 136

### C

Capoeira 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54

Cerrado 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 121, 122, 123

Cidade 14, 34, 41, 42, 44, 64, 65, 75, 81, 84, 112, 122, 123

Conhecimento 2, 3, 4, 7, 11, 13, 14, 16, 21, 23, 28, 30, 32, 39, 45, 46, 48, 52, 56, 58, 61, 62, 63, 67, 70, 74, 87, 88, 107, 111, 122, 127, 128, 135, 136

### D

Deficiência 27, 28, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 40

Desenvolvimento 6, 8, 12, 23, 26, 27, 28, 30, 35, 36, 37, 42, 45, 48, 50, 53, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 83, 88, 90, 91, 93, 97, 99, 100, 101, 102, 104, 105, 107, 109, 112, 113, 114, 119, 121, 122, 123, 135, 136, 137, 138, 140

### E

Educação 1, 4, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 45, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 75, 80, 82, 83, 86, 89, 100, 107, 128, 131, 132, 133, 134, 135, 137, 138, 139, 140

Energia 12, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108

Ensino 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 23, 24, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 44, 46, 49, 50, 55, 56, 57, 60, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 128, 130, 131, 132, 135, 136, 137, 138, 140

Escola 1, 2, 4, 5, 8, 9, 12, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 38, 39, 40, 52, 55, 56, 57, 59, 61, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 80, 81, 85, 86, 88, 89, 118, 135, 139

Espaço 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 16, 26, 28, 29, 44, 45, 50, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 110, 112, 113, 114, 118, 121, 123, 126, 129, 136, 137, 139

Estudo 10, 13, 26, 40, 54, 56, 57, 60, 61, 71, 74, 91, 100, 102, 104, 107, 108, 109, 111, 125, 126, 127, 131, 132, 133, 138

## **F**

Fonte 2, 17, 18, 19, 21, 22, 58, 61, 62, 66, 76, 78, 79, 80, 82, 93, 94, 97, 98, 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 116, 117, 119, 120

## **G**

Geografia 1, 2, 5, 6, 8, 9, 11, 13, 15, 24, 25, 26, 28, 29, 38, 40, 41, 48, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 107, 108, 110, 123, 125, 126, 127, 128, 129, 131, 133, 135, 140

## **H**

Humano 1, 27

## **I**

Imigrante 91, 94, 95

Indígena 2, 5, 7, 8, 42, 43, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 90, 118, 132, 133, 134, 138

## **J**

Jogos 11, 12, 13, 14, 15, 16, 22, 23, 24, 25

## **L**

Lugar 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 28, 29, 33, 55, 56, 57, 58, 61, 63, 64, 65, 77, 81, 85, 86, 90, 95, 109, 130, 132, 136, 137, 139

## **M**

Metodologia 7, 10, 13, 26, 45, 50, 57, 65, 67, 75, 109, 111, 126

Município 17, 18, 19, 20, 23, 24, 38, 41, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 71, 118, 124

## **N**

Natureza 2, 3, 5, 24, 27, 29, 45, 62, 63, 64, 87, 88, 101, 135

Necessidade 11, 12, 14, 16, 20, 30, 31, 32, 49, 52, 53, 57, 61, 69, 75, 82, 102

## **O**

Organização 18, 28, 35, 37, 57, 78, 88, 125, 134, 135

## **P**

Paisagem 8, 90

Participação 4, 14, 23, 24, 28, 30, 55, 56, 64, 68, 77, 103, 110, 134

Pesquisa 1, 7, 8, 10, 13, 16, 41, 44, 45, 46, 55, 56, 57, 67, 74, 79, 82, 83, 85, 88, 109, 111, 112, 113, 122, 126, 127, 128, 130, 131, 138, 139, 140

Poética 1, 2, 5, 6, 7, 9, 85, 86, 87, 89, 90

Professor 11, 12, 13, 14, 15, 24, 26, 27, 30, 32, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 60, 67, 68, 72, 87, 88, 114, 115, 125, 140

## **R**

Rodovia 109, 111, 117, 118, 119

## **S**

Sociedade 3, 4, 6, 7, 29, 30, 33, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 63, 96, 100, 102, 107, 117, 118, 128, 132, 133, 134, 135, 136

Sustentável 100, 102, 103, 105, 107, 122, 123

## **T**

Terra 7, 8, 9, 51, 56, 59, 60, 61, 65, 71, 89, 111, 113, 114, 118, 124

Territorial 14, 16, 20, 111, 140

Território 8, 42, 49, 54, 60, 61, 65, 90, 105, 111, 114, 115, 130, 140

Trabalho 2, 12, 13, 30, 38, 41, 42, 45, 48, 49, 50, 53, 59, 60, 61, 62, 65, 67, 68, 81, 86, 101, 103, 110, 115, 126, 130, 136, 137

## **V**

Viver 2, 3, 6, 7, 8, 9, 57, 71, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 98, 114

# GEOGRAFIA E ENSINO:

Dimensões teóricas e práticas

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

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

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

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



# GEOGRAFIA E ENSINO:

Dimensões teóricas e práticas



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

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

@atenaeditora 

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