

# GEOCIÊNCIAS:

## A história da terra

2

Luis Ricardo Fernandes da Costa  
(Organizador)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2022

# GEOCIÊNCIAS:

## A história da terra

# 2

**Luis Ricardo Fernandes da Costa**  
(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-Não-Derivativos 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 Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

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 Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
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  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



## Geociências: a história da terra 2

**Diagramação:** Daphynny Pamplona  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Luis Ricardo Fernandes da Costa

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G342 Geociências: a história da terra 2 / Organizador Luis Ricardo Fernandes da Costa. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0017-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.172223003>

1. Geociências. I. Costa, Luis Ricardo Fernandes da (Organizador). II. Título.

CDD 550

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](mailto: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

É com muito prazer que apresentamos a obra “Geociências: a história da Terra 2”, que apresenta uma série de seis artigos com diferentes abordagens e metodologias que dão prosseguimento as discussões do livro anterior.

A obra é composta por trabalhos voltados para as geociências e que abordam diferentes metodologias, desde análises de qualidade de água, passando pela importância de fontes de energias renováveis, além do planejamento ambiental e suas diferentes aplicações para o meio ambiente.

Como destaque, cabe ressaltar a aplicabilidade em diferentes contextos e realidades no Brasil e no exterior, além das experiências voltadas a consolidação do ensino de geociências a nível nacional, como é abordado ao longo do livro.

Diante dos desafios e atual conjuntura da ciência brasileira, a presente obra é uma possibilidade e esforço de divulgação de trabalhos em diferentes escalas e com a qualidade a nível Brasil, mesmo com os percalços e desafios da pesquisa cotidiana.

Convidamos a todos os leitores a percorrer pelo sumário e conferir o novo volume para essa coleção, com possibilidades de expansão e disseminação nos próximos trabalhos da área.

Luis Ricardo Fernandes da Costa

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
DETERIORATION OF WATER QUALITY IN THE NHARTANDA VALLEY AQUIFER, CITY OF TETE – MOZAMBIQUE	
Ameno Délcio João Paulino Bande Isabel Margarida Horta Ribeiro Antunes	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.1722230031">https://doi.org/10.22533/at.ed.1722230031</a>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>12</b>
ESTIMACIÓN DE LA PLATAFORMA ENERGÉTICA SOLAR DISPONIBLE EN LA REGIÓN DE LOS LLANOS DE VENEZUELA	
Uxmal Amezquita Julio Alvares Yesika Hurtado Carlos Ulloa María Varela	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.1722230032">https://doi.org/10.22533/at.ed.1722230032</a>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
MAPEAMENTO DE REGIÕES DE SUSCEPTIBILIDADE DE CONTAMINAÇÃO POR HIDROCARBONETOS PROVENIENTES DE POSTOS DE REVENDA DE COMBUSTÍVEIS EM JOÃO PESSOA - PARAÍBA	
Bruno José de Macedo Silva Leite Aline Flávia Nunes Remígio Antunes	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.1722230033">https://doi.org/10.22533/at.ed.1722230033</a>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>39</b>
PAISAGEM E PLANEJAMENTO DA ORLA URBANA DE SALINÓPOLIS - PA	
Antônio Carlos Ribeiro Araújo Júnior Adriane Karina Amin de Azevedo	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.1722230034">https://doi.org/10.22533/at.ed.1722230034</a>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>51</b>
TEORIA DE AMOSTRAGEM DE PIERRE GY APLICADA À ÁGUAS MINERAIS ENVASADAS	
Thays de Souza João Luiz Vlândia Cristina Gonçalves Souza Andson Pereira Ferreira Gustavo Leandro Tomazi	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.1722230035">https://doi.org/10.22533/at.ed.1722230035</a>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>61</b>
USO DA VARIÂNCIA DE EXTENSÃO NO MONITORAMENTO DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS EM ÁGUAS MINERAIS ENVASADAS	
Thays de Souza João Luiz	

Vlória Cristina Gonçalves Souza

Andson Pereira Ferreira

Gustavo Leandro Tomazi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1722230036>

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>73</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>74</b>

# CAPÍTULO 6

## USO DA VARIÂNCIA DE EXTENSÃO NO MONITORAMENTO DE ÁGUAS MINERAIS ENVASADAS

*Data de aceite: 01/02/2022*

### **Thays de Souza João Luiz**

Universidade Virtual do Estado de São Paulo (UNIVESP), Tutoria dos cursos das Licenciaturas e das Engenharias

### **Viádia Cristina Gonçalves Souza**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Departamento de Engenharia de Minas (DEMIN)

### **Andson Pereira Ferreira**

Coordenador do Instituto Federal do Pará (IFPA), Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental

### **Gustavo Leandro Tomazi**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Departamento de Engenharia de Minas (DEMIN)

**RESUMO:** Este trabalho consistiu na aplicação do conceito de variância de extensão que provém da Geoestatística, para determinar a melhor frequência de amostragem para oito fontes de águas minerais envasadas da marca Bonafont®; sendo que três fontes estavam localizadas no Estado de São Paulo e cinco fontes estavam localizadas no sul do estado de Minas Gerais. O intervalo de coleta das amostras foi de um dia, e por meio do cálculo da variância de extensão foi obtido o erro de se amostrar o parâmetro biológico Bactérias Heterotróficas (Heterotrophic Count em inglês) em intervalos iguais a 2 dias, 4 dias, 8 dias etc. Correlacionando-se a variância de

extensão com os erros chegou-se ao resultado de que o intervalo de coleta das fontes deve ser que diário. Além do parâmetro microbiológico bacteriológico Bactérias Heterotróficas, foram analisados os seguintes parâmetros: Coliformes Totais e Escherichia Coli, mas para as oito fontes analisadas esses parâmetros apresentarem resultados negativos. Para 7 das 8 fontes analisadas apresentaram resultados negativos para a contagem de Bactérias Heterotróficas, o que permitiu só fosse possível usar a variância de extensão em apenas uma fonte de água mineral até o presente momento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bactérias Heterotróficas, fontes de águas minerais, variância de extensão, frequência de amostragem.

### USE OF EXTENSION VARIANCE IN MONITORING OF HETEROTROPHIC BACTERIA IN BOTTLED MINERAL WATERS

**ABSTRACT:** This work consisted in the application of the extension variance concept that comes from Geostatistics, to determine the best sampling frequency for eight sources of bottled mineral waters of the Bonafont® brand; three sources were in the state of São Paulo and five sources were located in the south of the state of Minas Gerais. The sample collection interval was one day, and by calculating the extension variance, the error of sampling the biological parameter Heterotrophic Bacteria (Heterotrophic Count, commonly known in English) at intervals equal to 2 days, 4 days, 8 days was obtained. etc. By correlating the extension variance with the

errors, the result was that the collection interval of the sources must be daily. In addition to the bacteriological microbiological parameter Heterotrophic Bacteria, the following parameters were analyzed: Total Coliforms and Escherichia Coli, but for the eight analyzed sources these parameters presented negative results. For 7 of the 8 sources analyzed, they presented negative results for the count of Heterotrophic Bacteria, which made it possible to only use the variance of extension in only one source of mineral water until the present moment.

**KEYWORDS:** Heterotrophic Bacteria, mineral water sources, extension variance, sampling frequency.

## 1 | INTRODUÇÃO

O consumo de águas minerais é uma realidade na sociedade brasileira. A Agência Nacional de Mineração (BRASIL, 1945; BRASIL, 2014; BRASIL, 2019a) O Ministério da Saúde (BRASIL, 2021) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2019b) por meio das suas legislações e normas são os principais órgãos regulamentadores da qualidade das águas minerais.

Estes órgãos governamentais fazem um excelente controle dos parâmetros de qualidade da água do ponto de vista microbiológica, químico e físico-químico. Porém do ponto de vista estatístico, estes órgãos determinam um número muito baixo de amostras a serem colhidas para que sejam analisados os parâmetros microbiológicos que são insuficientes para atender o critério de suficiência amostral da estatística clássica e também atender o critério de suficiência amostra do ponto de vista da geoestatística.

O objetivo do presente artigo é a aplicação das técnicas de amostragem que são usadas na indústria mineira para se determinar a melhor frequência de amostragem para as oitos fontes de águas minerais envasadas. Serão aplicadas as técnicas de geoestatística comumente usadas na indústria mineral. O uso dessas técnicas de geoestatística é para garantir a qualidade microbiológica da água mineral envasada por meio do monitoramento de três parâmetros microbiológicos bem simples: Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais e Escherichia Coli. A atual portaria de potabilidade nº 888 (BRASIL, 2021) determina a melhor frequência de amostragem para esses parâmetros.

No presente artigo será usado o conceito do de variância de extensão que é uma técnica importantíssima da Geoestatística, que determina por meio de variogramas temporais qual será a melhor frequência de amostragem dos teores dos minérios, no presente trabalho serão determinados a melhor frequência de amostragem para as Bactérias Heterotróficas, para os Coliformes Totais e para a Escherichia Coli, conforme os resultados obtidos das análises laboratoriais.

Comparar-se-ão os resultados obtidos com o uso da variância de extensão com os resultados previstos na nova portaria de potabilidade nº 888 de 2021 do Ministério de Saúde (BRASIL, 2021).

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do presente trabalho foram no mínimo 12 amostras de cada uma das oito fontes. Procurou-se coletar pelo menos uma amostra de cada uma das amostras das 4 estações climáticas que conhecemos: 1 amostra que foi envasada durante a primavera, 1 amostra que foi envasada durante o verão, uma amostra que envasada durante o outono e 1 amostra que foi envasada durante

Apesar da coleta ser diária, nem sempre as fontes envasavam as embalagens todos os dias, coletaram-se as amostras conforme a disponibilidade nos estabelecimentos comerciais em que eram adquiridas. Mas considera-se que a periodicidade de coleta das amostras como sendo diária (intervalo

Ao término da coleta de pelo menos 12 amostras de cada fonte ao longo de um ano para poder cobrir as 4 estações climáticas, foram realizadas as análises microbiológicas no laboratório, o laboratório seguiu a metodologia de amostragem estabelecida no manual **Standard methods for the examination of water and wastewater** (Rice et. al. 2012), foi usada a 22ª edição desse manual de amostragem de águas.

Após a obtenção dos resultados das análises foi dado o tratamento estatístico aos dados e posteriormente, foram construídos os variogramas temporais, mostrados na equação 1, o modelo de variograma utilizado foi o esférico (Armstrong, 1998):

$$\gamma(t) = C_0 + C_1 \left[ 1,5 \left( \frac{t}{a} \right) - 0,5 \left( \frac{t}{a} \right)^3 \right], \text{ para } t < a \quad (1)$$
$$\gamma(t) = C_0 + C_1, \text{ para } t \geq a$$

Na equação 1, o termo “t” corresponde ao intervalo de tempo de amostragem, o termo “a” corresponde ao alcance do variograma, o termo  $C_0$  corresponde ao efeito pepita do variograma e o termo  $C_1$  corresponde ao sill do variograma.

Os variogramas temporais foram calculados no software de geoestatística SGeMS (SGeMS, 2012), foi usada a versão acadêmica da UFRGS desse software. Após calcularam-se os variogramas temporais, foi calculada a variância de extensão por meio da fórmula da equação 2:

$$\sigma_{ext}^2 \left( \frac{-}{T} \right) = 2\bar{\gamma} \left( \frac{-}{t} \right) - \bar{\gamma} \left( \frac{-}{T} \right) \quad (2)$$

Na equação 2, o termo  $\sigma_{ext}^2$  corresponde à variância de extensão; o termo  $\bar{\gamma} \left( \frac{-}{t} \right)$  é a variância de dispersão média com respeito ao intervalo de tempo menor “t” e o termo  $\bar{\gamma} \left( \frac{-}{T} \right)$  é a variância média de dispersão com respeito ao intervalo de tempo maior “T”. Os variogramas correspondentes aos termos  $\bar{\gamma} \left( \frac{-}{t} \right)$  e  $\bar{\gamma} \left( \frac{-}{T} \right)$  foram calculados no software

geoestatístico GSLIB desenvolvido pelos autores Deutsch & Journel (1998). O GSLIB é um software livre e pode ser acessado na internet (GSLIB, 2014).

O cálculo da variância de extensão é uma estimativa do erro de precisão cometido quando nós retiramos amostras em intervalos de tempo mais longos levando em consideração o intervalo de tempo mínimo em que é possível realizar a coleta de amostras. Neste artigo, o intervalo mínimo de coleta foi de um dia ( $t$ ), mas desejava-se saber qual seria o erro para se a coleta tivesse sido realizada a cada dois dias, a cada quatro dias, a cada 8 dias, e assim por diante. Por isso calculou-se a variância de extensão para  $t = 2$  dias até  $t = 2048$  dias. A legislação da ANM determina uma periodicidade de coleta igual a 3 anos, o que corresponde a um intervalo de aproximadamente  $t = 1095$  dias.

Para os intervalos de coleta adotados foram calculados os erros relativos cometidos, convém elucidar que o erro relativo se refere ao valor médio dos dados amostrais. Obtém-se o valor médio das amostras coletadas ou do lote amostrado, e depois calcula-se o erro relativo em relação ao valor médio do lote ou do conjunto de dados amostrados, conforme é possível verificar na equação 3 (PITARD, 1993, p. 32):

$$s_R^2 = \frac{\sigma_{ext}^2}{(\bar{x})^2} \quad (3)$$

Onde:

$s_R^2$  = erro relativo do desvio padrão

$(\bar{x})^2$  = média da população elevado ao quadrado

$\sigma_{ext}^2$  = variância de extensão obtida

O erro relativo da equação 3 refere-se ao intervalo de confiança (IC) = 64%

Para o intervalo de confiança de 99,9%, o erro relativo de amostragem será mostrado na equação 4 a seguir:

$$ER = 3s_R^2 \quad (4)$$

Onde:

$s_R^2$  = erro relativo do desvio padrão

$ER$  = erro relativo a um nível de confiança de 99,9%

Os valores máximos e mínimos para cada valor de periodicidade  $t$  são obtidos conforme as equações 5 e 6 a seguir:

$$\text{valor máximo para periodicidade } t = \text{média} + (3 \times \sqrt{\text{variância relativa de extensão}} \times \text{média}) \quad (4)$$

$$\text{valor mínimo para periodicidade } t = \text{média} - (3 \times \sqrt{\text{variância relativa de extensão}} \times \text{média}) \quad (5)$$

A razão de se multiplicar a variância relativa por três deve-se ao fato de que foi feita a estimativa usando o intervalo de confiança IC=99,9%, conforme estabelecido na curva de Gauss (Montgomery & Runger, 2021).

Convém finalizar este item explicando que foram coletadas diversos tipos de embalagens das oito fontes da marca Bonafont® durante esse trabalho que durante mais de dois anos, essas embalagens foram levadas ao laboratório de análises e o laboratório só coletou uma alíquota de 200 ml de cada embalagem para fazer as análises: sendo que 100 ml são destinados à análise propriamente dita dos três parâmetros e os outros 100 ml são guardados para caso haja a necessidade se realizar uma contraprova dos resultados obtidos.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, encontram-se os resultados obtidos para as 7 fontes cujos resultados foram negativos para os três parâmetros microbiológicos. É extremamente satisfatório saber que não nenhuma contaminação bacteriológica em nenhuma dessas captações e o mais satisfatório é saber que isso de seu por um longo período que envolveu as quatro estações climáticas, ou seja, mais de um ano.

A tabela 2, vê-se que as captações da tabela 1 que são poços e nascentes também estão exploradas de forma higiênica, independente de serem poços ou nascentes, e o que tem contribuído para isso e o tipo de embalagem que tem sido utilizada que são as embalagens descartáveis conforme descrito na coluna “Embalagens coletadas” da tabela 2. Esse uso de embalagens descartáveis, embora tenha gerado uma grande quantidade de plástico, que pode ser reciclada, tem contribuído, indiscutivelmente com a qualidade microbiológica da água da fonte conforme veremos a seguir, ao analisar os resultados da Fonte Maestro.

A tabela 3 mostra os resultados das análises microbiológicas da Fonte Maestro, que foi a única fonte que apresentou presença de Bactérias Heterotróficas e Coliformes Totais. Por enquanto, só foi possível usar a variância de extensão para o parâmetro Bactérias Heterotróficas.

O memorial de cálculo do uso da variância de extensão encontra-se na tabela 4. Na tabela 5 foi feito cálculo do Erro Relativo para cada intervalo de coleta ou frequência de coleta, começando-se com  $t = 2$  dias e terminando-se com  $t = 2048$  dias ( $t = 68$  meses ou  $t = 5,7$  anos).

A figura 1 mostra como o erro relativo vai aumentando quando se aumenta a frequência de amostragem para o parâmetro Bactérias Heterotróficas para a Fonte Maestro. Convém salientar aqui que não há nenhuma contaminação na fonte Maestro. Presume-se que deve estar havendo uma lavagem ineficiente dos galões de 10 e 20 litros.

O uso de embalagens de galões de 10 e 20 galões não é recomendado pelos

autores desse artigo, primeiramente porque não se pode checar se a lavagem é feita de forma eficiente. Segundo porque os galões quando devolvidos para mineradora retornam com “sujidades” e tem que lavados diversas vezes e ficam depositados no chão e não inspecionados, ficam sujeitos a mais sujidades, a poeiras, a pragas, etc. Terceiro motivo, os galões retornáveis tem que ser lavados com água mineral novamente em diversas etapas de lavagem até que fiquem limpos de novo. Quarto motivo, antes de serem limpos há uma pré-lavagem com soda cáustica que deixa resíduos nos galões. Quinto motivo, os galões retornáveis também têm prazo de validade que deve ser respeitado pelas empresas distribuidoras de águas minerais e isso influi na qualidade bacteriológica da água.

Segundo os autores Domingues et al. (2007, p. 16), o valor para o parâmetro bactérias heterotróficas não devem exceder o valor de 500 UFC (Unidades Formadoras de Colônia). Os autores Domingues et al. (2007, p. 16) explicam sobre a importância da contagem das bactérias heterotróficas na água:

“A contagem de bactérias heterotróficas, genericamente definidas como microrganismos que requerem carbono orgânico como fonte de nutrientes, fornece informações sobre a qualidade bacteriológica da água de uma forma ampla. O teste inclui a detecção, inespecífica, de bactérias ou esporos de bactérias, sejam de origem fecal, componentes da flora natural da água ou resultantes da formação de biofilmes no sistema de distribuição. Servindo, portanto, de indicador auxiliar da qualidade da água, ao fornecer informações adicionais sobre eventuais falhas na desinfecção, colonização e formação de biofilmes no sistema de distribuição.”

Fonte	Estação Climática de Amostragem	Estado	Parâmetros Microbiológicos		
			Bactérias Heterotróficas	Escherichia Coli	Coliformes Totais
Japi	Primavera, verão, outono e inverno.	São Paulo	Ausente	Ausente	Ausente
Alvorada	Primavera, verão, outono e inverno.	São Paulo	Ausente	Ausente	Ausente
Paineira	Primavera, verão, outono e inverno.	Minas Gerais	Ausente	Ausente	Ausente
Água Leve	Primavera, verão, outono e inverno.	Minas Gerais	Ausente	Ausente	Ausente
Água Leve I	Primavera, verão, outono e inverno.	Minas Gerais	Ausente	Ausente	Ausente
Água Leve II	Primavera, verão, outono e inverno.	Minas Gerais	Ausente	Ausente	Ausente
Água Leve III	Primavera, verão, outono e inverno.	Minas Gerais	Ausente	Ausente	Ausente

Tabela 1. Resultados das Análises Microbiológicas para as 7 Fontes.

Nome da Fonte	Tipo de captação	Aquífero	Cidade	Estado	Embalagens coletadas	Há coletas de duplicatas		Nº de amostras	Estações climáticas
						Sim	Não		
Alvorada	poço	Tubarão (CETESB, 2019)	Jundiáí	SP	Galões de 4,5 L e 7 L.	X		12	Primavera, verão, outono e inverno.
Japi	poço				Garrafas de 330 ml, 500 ml; 1,5 L; galões de 4,5 L e 7 L.	X		15	Primavera, verão, outono e inverno.
Maestro	poço	São Paulo (2019)	Itapeçerica da Serra	SP	Galões de 10 L e 20 L	X		11	Primavera
Paineira	poço	Bacia Hidrográfica do Rio Grande na Unidade de Planejamento de Gestão de Recurso Hídrico (UPGRH) denominada GD 06 em Minas Gerais segundo Atlas da Universidade Federal de Viçosa (2018) e Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Grande – CBH Grande (2018).	Jacutinga	MG	Garrafas de 330 ml		X	13	Primavera, verão, outono e inverno.
Água Leve	nascente				Garrafas de 500 ml e 1,5 L		X	13	Primavera, verão, outono e inverno.
Água Leve I	nascente				Garrafas de 300 ml; 350 ml; 500 ml; 650 ml e 1,5 L.		X	15	Primavera, verão, outono e inverno.
Água Leve II	nascente				Garrafas de 500 ml; 1,5 L e 2,25 L.	X		13	Primavera, verão, outono e inverno.
Água Leve III	Nascente				Garrafas de 500 ml; 1,5 L e 2,25 L.		X	13	Primavera, verão, outono e inverno.

Tabela 2 – Características do processo de amostragem das Fontes.

Lote	hora do envase	data de fabricação	Identificação da amostra	tipo de embalagem	<i>Escherichia coli</i>	<i>Coliformes Totais</i>	<i>Bactérias Heterotróficas</i>	estação climática
LXXX	XX:XX	XX/XX/XX	68073	20 litros sem gás	Ausência	Presença	260	Não se sabe
L11T	20:25	30/09/2017	68074	20 litros sem gás	Ausência	Presença	230	primavera
L11T	20:35	30/09/2017	69486	20 litros sem gás	Ausência	Ausência	371	primavera
L11T	20:33	30/09/2017	69487	20 litros sem gás	Ausência	Presença	480	primavera
L11T	20:34	30/09/2017	69488	20 litros sem gás	Ausência	Presença	94	primavera
L11T	20:24	30/09/2017	69489	20 litros sem gás	Ausência	Ausência	48	primavera
L11T	20:33	30/09/2017	69490	20 litros sem gás	Ausência	Presença	320	primavera
L11T	06:34	27/11/2017	17.545.347/29	10 litros sem gás	Ausência	Presença	Ausência	primavera
L11T	06:35	27/11/2017	17.545.347/27	10 litros sem gás	Ausência	Presença	Ausência	primavera

L11T	06:35	27/11/2017	17.545.347/28	10 litros sem gás	Ausência	Presença	Ausência	primavera
L11T	14:39	29/11/2017	17.545.347/30	10 litros sem gás	Ausência	Presença	Ausência	primavera

Tabela 3. Resultados das Análises Microbiológicas para a Fonte Maestro.

Bactérias Heterotróficas Variância total = e Média =											
$\frac{t}{2}$	T	Intervalo	$\bar{y}\left(\frac{t}{T}\right)$	$\bar{y}\left(\frac{T}{T}\right)$	$\sigma_{ext}^2$	% variância total	$\sigma_{ext}$	$\sigma_{rel}$	$3\sigma_{rel}$	min	max
(1,0,0)	(2,0,0)	2	9801,20	3046,51	9,25%	55,20	12,80%	38,39%	95,07	213,53	9801,20
(2,0,0)	(4,0,0)	4	15746,68	3855,72	11,71%	62,09	16,19%	48,58%	79,33	229,27	15746,68
(4,0,0)	(8,0,0)	8	22609,69	8883,67	26,98%	94,25	37,31%	111,94%	-18,42	327,02	22609,69
(8,0,0)	(16,0,0)	16	27287,82	17931,56	54,45%	133,91	75,32%	225,95%	-194,34	502,94	27287,82
(16,0,0)	(32,0,0)	32	29938,30	24637,34	74,81%	156,96	103,48%	310,44%	-324,72	633,32	29938,30
(32,0,0)	(64,0,0)	64	31338,06	28538,54	86,66%	168,93	119,87%	359,60%	-400,56	709,16	31338,06
(64,0,0)	(128,0,0)	128	32060,75	30615,37	92,96%	174,97	128,59%	385,77%	-440,94	749,54	32060,75
(128,0,0)	(256,0,0)	256	32426,36	31695,14	96,24%	178,03	133,13%	399,38%	-461,94	770,54	32426,36
(256,0,0)	(512,0,0)	512	32610,02	32242,70	97,90%	179,56	135,43%	406,28%	-472,58	781,18	32610,02
(512,0,0)	(1024,0,0)	1024	32701,01	32519,03	98,74%	180,33	136,59%	409,76%	-477,96	786,56	32701,01
(1024,0,0)	(2048,0,0)	2048	32744,05	32657,97	99,17%	180,72	137,17%	411,51%	-480,66	789,26	32744,05

Tabela 4. Memorial de Cálculo da Variância de Extensão para as Bactérias Heterotróficas.

Intervalo	Erro IC = 64%	Erro IC = 99,9%
2	12,80%	38,39%
4	16,19%	48,58%
8	37,31%	111,94%
16	75,32%	225,95%
32	103,48%	310,44%
64	119,87%	359,60%
128	128,59%	385,77%
256	133,13%	399,38%
512	135,43%	406,28%
1024	136,59%	409,76%
2048	137,17%	411,51%

Tabela 5.– Erro relativo das Bactérias Heterotróficas da Fonte Maestro com IC = 64% e IC = 99,9%.

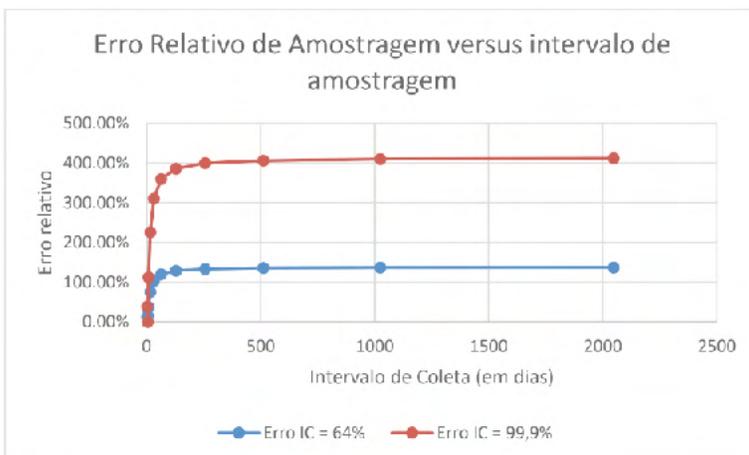


Figura 1 – Gráfico do erro relativo versus intervalo de coleta para as Bactérias Heterotróficas da Fonte Maestro para IC= 64% e IC= 99,9%.

A figura 1, que é um gráfico com base nos dados da tabela 5 nos mostra que com o intervalo de coleta de 8 dias o erro relativo de amostragem será maior que 30% para IC = 64% e será maior que 100% para IC = 99,9%. Para o intervalo de coleta menor que 2 dias, o erro relativo já terá um valor gritante, sendo maior que 10% para IC = 64% e maior que 30% para IC = 99,9%.

Com base em tudo que foi exposto até o presente momento, e com todos os resultados que se tem até aqui o intervalo de coleta mais apropriado a ser adotado para todas as fontes é o intervalo de coleta diário levando-se em conta que nem todas as fontes usam o mesmo tipo de embalagens e que nem todas as fontes podem estar sujeitas ao mesmo tipo de contaminação microbiológica conforme mostra a tabela 2. Veja a tabela 6 extraída do Anexo 14 da portaria nº 888 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021):

Parâmetro	Tipo de Manancial	Saída Do Tratamento	Saída de Amostras retiradas no ponto de Consumo (para cada 1.000 hab.)	Frequência de Amostragem
Cor aparente, pH, Coliformes totais e Escherichia Coli	Superficial	1	1	Semanal
	Subterrâneo	1	1	Mensal
Turbidez	Superficial	1	1	Semanal
	Subterrâneo	1	1	Semanal na saída do tratamento Mensal no ponto de consumo
Residual de desinfetante	Superficial	1	1	Diário
	Subterrâneo	1	1	

Demais parâmetros	Superficial	1	1	Semestral
	Subterrâneo	1	–	

Tabela 6.– Frequência de Amostragem dos Parâmetros.

Fonte: BRASIL (2021).

Pensando-se nesse motivo construiu-se a tabela 8 como sugestão aplicar-se na amostragem diária da linha dos garrafões retornáveis de 5, 10, 20 e 30 litros das empresas que costumem envasar esses tipos de embalagens. Para as empresas que não envasem galões retornáveis não se faz necessária a amostragem diária das embalagens basta seguir a portaria nº 888 (BRASIL, 2021) na íntegra.

Para as empresas que utilizam os dois tipos de embalagem recomenda-se amostrar diariamente apenas os galões retornáveis. E manter a frequência de amostragem descrita na portaria de potabilidade nº 888 apenas para as embalagens descartáveis.

Convém dizer aqui que a portaria de potabilidade nº 888, não atendeu ao critério de suficiência amostral do ponto de vista estatístico e geoestatístico apenas para as embalagens retornáveis por motivos que foram expostos exaustivamente neste artigo. E no caso, foi apenas para uma fonte por um curto período de tempo, está de adotando a amostragem diária apenas para pode se certificar de que o processo de lavagem está interferindo nos resultados.

Quando foram realizadas mais análises para essa fonte e se obtiver um número suficiente de análises negativas os três parâmetros anteriormente analisados, será averiguada a real necessidade se realizarem mais análises diárias a Fonte Maestro, pois para 7 das 8 fontes estudadas nesse artigo não são necessárias análises diárias e sim análises semanais para a Escherichia Coli e Coliformes Totais, e análises semestrais para as Bactérias Heterotróficas.

Parâmetro	Tipo de Manancial	Saída Do Tratamento	Número de amostras	Frequência de Amostragem
Cor aparente, pH, Coliformes totais e Escherichia Coli	Subterrâneo	Pode ser a entrada ou a saída da linha de envase	1 amostra para cada dia de envase, ou 1 amostra para cada turno diário de envase.	Diário
Turbidez	Subterrâneo	Pode ser a entrada ou a saída da linha de envase	1 amostra para cada dia de envase, ou 1 amostra para cada turno diário de envase.	Diário

Residual de desinfetante	Subterrâneo	Pode ser a entrada ou a saída da linha de envase	1 amostra para cada dia de envase, ou 1 amostra para cada turno diário de envase.	Diário
Bactérias Heterotróficas	Subterrâneo	Pode ser a entrada ou a saída da linha de envase	1 amostra para cada dia de envase, ou 1 amostra para cada turno diário de envase.	Diário

Tabela 7.– Frequência de Amostragem dos Parâmetros Microbiológicos de Galões Retornáveis de 5, 10, 20 e 30 litros.

Fonte: Autores (2022).

## 4 | CONCLUSÕES

A frequência de análise dos parâmetros microbiológicos determinada na portaria de potabilidade nº 888 no Ministério da Saúde (BRASIL, 2021) pode ser usada para as seguintes fontes deste estudo: Fonte Japi, Fonte Alvorada, Fonte Paineira, Fonte Água Leve, Fonte Água Leve I, Fonte Água Leve II, Fonte Água III. Para as fontes mencionadas anteriormente, pode-se amostrar as bactérias heterotróficas semestralmente, e os Coliformes Totais e a *Escherichia Coli* semanalmente.

Para a Fonte Maestro onde foi possível realizar os cálculos da variância de extensão e cujos resultados foram positivos para Bactérias Heterotróficas e para Coliformes Totais, deve ser realizadas análises diárias para os três parâmetros microbiológicos em questão: Bactérias Heterotróficas, Coliformes Totais e *Escherichia Coli*. Isso deverá ser realizada durante um ano, ao longo das quatro estações climáticas, até que se obtenham uma quantidade de resultados negativos suficientes, de forma a se garantir que o processo de lavagem dos garrafões retornáveis está sendo confiável e de que não está havendo nenhuma contaminação microbiológicas das embalagens.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. ANM – Agência Nacional de Mineração. Decreto-Lei nº 7841 - de 8 de agosto 1945 Código de Águas Minerais. Brasília, 1945. Disponível em: [https://anmlegis.datalegis.inf.br/action/TematicaAction.php?acao=abrirVinculos&cotematica=10059295&cod\\_menu=6783&cod\\_modulo=405](https://anmlegis.datalegis.inf.br/action/TematicaAction.php?acao=abrirVinculos&cotematica=10059295&cod_menu=6783&cod_modulo=405). Acesso em 18 de dezembro de 2021.

BRASIL. Departamento de Produção Mineral – DNPM. (National Department of Mineral Production). **Portaria nº 540**, de 18/12/2014, DOU de 19/12/2014. Brasília, DF: DNPM, 2014. Estabelece limites mínimos dos elementos dignos de nota, para a classificação das Águas Minerais. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=67&IDPagina=84&IDLegislacao=760>. Acesso em 18 de dezembro de 2021.

BRASIL. ANM – Agência Nacional de Mineração. Portaria SEI nº 32 - de 29 de janeiro 2019 Brasília, 2019a. Disponível em: [https://anmlegis.datalegis.inf.br/action/TematicaAction.php?acao=abrirVinculos&cotematica=10059297&cod\\_menu=6783&cod\\_modulo=405](https://anmlegis.datalegis.inf.br/action/TematicaAction.php?acao=abrirVinculos&cotematica=10059297&cod_menu=6783&cod_modulo=405). Acesso em 12 de novembro de 2020.

BRASIL. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamentação das Águas no Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Brasília, 2019b. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcgclclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fwww.resag.org.br%2Fcongressoresagenqualab2014%2Fanaais%2Fcurriculosfotos%2Felisabete%2Fregulamentacaodasaguas2014.pdf&clen=1195535&chunk=true>. Acesso em 28 de janeiro de 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em 18 de dezembro de 2021.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. (Technology Company of Environmental Sanitation). **Norma Técnica L5. 403.** Clostridium perfringens: determinação em amostras de água pela técnica de membrana filtrante - método de ensaio. 23 pp, 2004. Disponível em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/servicos/normas/vigentes/L5.403\\_Clostridium%20perfringens%20determina%C3%A7%C3%A3o%20em%20amostras%20de%20%C3%A1gua%20pela%20t%C3%A9cnica%20de%20membrana%20filtrant.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/servicos/normas/vigentes/L5.403_Clostridium%20perfringens%20determina%C3%A7%C3%A3o%20em%20amostras%20de%20%C3%A1gua%20pela%20t%C3%A9cnica%20de%20membrana%20filtrant.pdf). Acesso em 24 de janeiro de 2015.

DEUTSCH, C. V.; JOURNEL, A. G. GSLIB Geostatistical Software and User's Guide: Oxford University Press, New York, 1998, 369 pp.

GSLIB. Geostatistical Software Library. 2014. Disponível em: <http://www.gslib.com/>. Acesso em 18 de dezembro de 2021.

MONTGOMERY, D.C.; RUNGER, G.C. Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros. 7ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021

PITARD, F.F. Pierre Gy's Sampling Theory and Sampling Practice, Second Edition: Heterogeneity, Sampling Correctness, and Statistical Process Control. 2. ed. CRC Press. 1993, 528 p.

RICE, E. W.; BAIRD, R. B.; CLESCERI, A. D. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22. ed. Washington: APHA, AWWA, WPCR, 2012. 1496 p.

SARMA D. D., Geostatistics with Applications in Earth Sciences, Springer, 2009, 220 p.

SGeMS - Standford Geostatistical Modelling Software. Disponível em: <http://sgems.sourceforge.net/>. Acesso em 18 de dezembro de 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – Atlas Digital das Águas de Minas. Disponível em: [http://www.atladasaguas.ufv.br/atlas\\_digital\\_das\\_aguas\\_de\\_minas\\_gerais.html](http://www.atladasaguas.ufv.br/atlas_digital_das_aguas_de_minas_gerais.html). Acesso em 15 de outubro de 2018.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**LUIS RICARDO FERNANDES DA COSTA** - Professor do Departamento de Geociências e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES. Atualmente é Coordenador Didático do Curso de Licenciatura em Geografia (gestão 2021/2022). Doutor em Geografia (2017) pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará, com período sanduíche na Universidade de Cabo Verde - Uni-CV. É Licenciado (2012) e Mestre (2014) em Geografia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Foi bolsista de Iniciação Científica com o projeto Megageomorfologia e Geomorfologia Costeira do Nordeste Setentrional Brasileiro (Ceará e áreas adjacentes do Rio Grande Norte e Paraíba), com ênfase nos estudos sobre geomorfologia fluvial no sertão de Crateús e áreas adjacentes. Foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, na modalidade Apoio Técnico (AT). É pesquisador do Laboratório de Geomorfologia da UNIMONTES, atuando principalmente na área da geografia física com ênfase em geomorfologia, mapeamento geomorfológico e análise ambiental em áreas degradadas/desertificadas.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ação antrópica 39, 40, 47, 48, 49

Águas minerais 3, 11, 51, 52, 53, 58, 59, 60, 61, 62, 66, 71

Análisis energético 12

Aquíferos 1, 25, 28, 30, 31, 36

### B

Bactérias heterotróficas 3, 61, 62, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71

Biological parameters 1, 2, 6, 8

### C

Combustíveis líquidos 24

Conexões 40

### D

Deterioration 3, 1, 4, 10

### E

Energía solar 13

Estacion meteorologica 16, 17

Estações climáticas 63, 65, 67, 71

Evaporation 8

### F

Fontes de águas minerais 51, 52, 53, 59, 61, 62

Frequência de amostragem 51, 53, 57, 58, 59, 61, 62, 65, 70

### G

Geoestatística 51, 53, 54, 58, 59, 61, 62, 63

Geografia física 41, 49, 50, 73

Groundwater 1, 2, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 37, 38

### H

Hidrocarbonetos 3, 23, 24, 25, 28, 29, 37, 38

### I

Índice global 25

## **L**

Laboratory 5, 6, 7

Litoral norte brasileiro 42

## **M**

Manguezal 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49

Modelo 16, 21, 25, 27, 28, 53, 63

Multiparametric 5

## **N**

Nhartanda Valley 3, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10

## **P**

Paisagem 3, 39, 40, 41, 44, 46, 48, 49, 50

Parâmetros químicos 1, 51, 53

Perspectiva integrada 41

Phanerozoic sedimentary 3

Posto de revenda de combustível 23, 28, 29

## **Q**

Quaternário 26

## **R**

Radiación difusa 12, 21

Radiación global 12, 21, 22

Region 2, 3, 12, 14, 17, 21

Rios 23, 25, 26, 29, 30, 31, 33, 36, 42

## **S**

Substances 1, 7, 10

Susceptibilidade de contaminação 3, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37

## **T**

Teoria de amostragem de pierre gy 3, 51, 53, 58, 59

Teoria Geral dos Sistemas 39, 40, 41

Tete and Mozambique 1

## **V**

Variaciones 21

Variância de extensão 3, 51, 53, 54, 55, 56, 61, 62, 63, 64, 65, 71

Vegetación 13

# GEOCIÊNCIAS:

## A história da terra

# 2

[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) 

# GEOCIÊNCIAS:

## A história da terra

# 2

[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) 